



سُبْحَنْكَ لَاعِلْمَ لَنَآ إِلَّا مَاعَلَّمْتَنَآ إِنَّكَ أَنتَ ٱلْعَلِيمُ ٱلْحَكِيمُ

الجبولوجبا الفيزيائية

عملي (معادن ـ صخور)

تأليسف الدكتور خالد بن إبراهيم التركي أستاذ مشارك قسم الجيولوجيا ـ كلية العلوم جامعة الملك سعود



الطبعة الأولى ١٤١٢هـ (١٩٩٢م). الطبعة الثانية ١٤١٦هـ (١٩٩٥م)

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية التركي ، خالد بن إبراهيم الجيولوجيا الفيزياتية : عملي (معادن وصخور) . ـ ط۲ . ۱۳ اص؛ ۲۱ × ۲۸ سم درصك × - ۲۶ ۲ - ۵ - ۹۹۰ (جلد) ۱ - فيزياء الأرض ۲ - المعادن ۲ ـ الصخور (أ) ـ العنوان ديري ۵۰ ا

رقم الإيداع: ٣٧١٩/١٥

حكّمت هذا الكتسباب بلبشة متنصصت فتمكّلها البيلس العلي بالبلعة ، وقد والتو للبطس على نشره والتيامات التاتي والفصرين للسام الوداميس ۱/۱۵/۸ عاصد التي قدة بطريق ۱/۱۳/۸ م. ۱۵ مطلب المبارقة ۱/۱۸/۸ ماره وافسق اللبسيلس على إصادة مبلستان في اجتساب السلمان عام للعام المنواني (۱/۱۵/۱۵ ماره) العام المناح المناح نقد بطريخ ۱/۱۵/۱۵ ما المؤلف (۱/۱۵/۱۵ ماليلان ۱/۱۵/۱۸ مالي

المحتويات

صفحة
المقدمة: مكونات القشرة الأرضية١
الفصل الأول: المعادن
الخصائص الطبيعية للمعادن
١ ـ الخصائص البصرية١
اللـون
المخدشا
البريق
الشفافية
٢ _ الخصائص التماسكية٢
الصلادة
الانفصام١٧
الانفصالا
المكسرالكسر
التهاسكية
٣ ـ الخصائص الحسية
الرائحة
الطعم (المذاق)
الملمس
\$ _ الثقل النوعي (الوزن النوعي)
o _ خصائص أخرى
الصفات المغناطيسية
الصفات الكهربائية
الإشعاع الذري
الانصهارية
الذوبان في الماء
التصنيف العام للمعادن
مجموعة المعادن العنصرية (الحرة)
مجموعة معادن الأكاسيد
مجموعة معادن الكبريتات

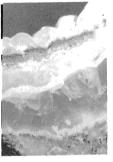




المحتويات

صفحة

4	مجموعة معادن الفوسفات
۳.	مجموعة معادن الكبريتيدات
۴.	مجموعة معادن الهاليدات
۳.	مجموعة معادن الكربونات
۳١	مجموعة معادن السيليكات
۴٩	تقسيم المعادن حسب التركيب الكيميائي
۳٩	مجموعة المعادن العنصرية الطليقة
۳٩	مجموعة معادن الكبريتيدات
۳٩	مجموعة معادن الأكاسيد
٤٠	مجموعة معادن الهاليدات
٤٠	مجموعة معادن الفوسفات
٤٠	مجموعة معادن الكربونات
٤٠	مجموعة معادن الكبريتات
٤٠	مجموعة معادن السيليكات
٤٠	نيزوسيليكات
٤١	سوروسيليكات
٤١	سيكلوسيليكات
٤١	اينوسيليكات
٤١	فيللوسيليكات
٤١	تكتوسيليكات
٥٤	وصف لأمثلة مختارة من المجموعات المعدنية
د ه	مجموعة المعادن العنصرية
	مجموعة معادن الأكاسيد
٤٦	مجموعة معادن الهاليدات
	مجموعة معادن الكربونات
	مجموعة معادن الكبريتات
	مجموعة معادن الفوسفات
	مجموعة معادن الكبريتيدات
٤٩	مجموعة معادن السيليكات
	العناص وأهم خاماتها المعدنية



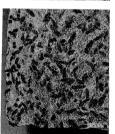


المحتويات

٥٧	لفصل الثاني: الصخــور
77	لصخور النارية
٦٢	صنيف الصخور النارية
77	كيفية الوجود (مكان التصلب)
٦٣	النسيج
	التركيب الكيميائي
	التركيب المعدني
	اللـــون
٦٨	صف بعض الصخور النارية
	الصخور الحمضية (الفلسية)
٧١	الصخور المتوسطة
	الصخور القاعدية (المافية)
	الصخور فوق القاعدية (فوق المافية)
	الصخور الرسوبية
	صنيف الصخور الرسوبية
	الصخور الميكانيكية النشأة
	الصخور الكيميائية النشأة
	وصف بعض العيئات
	الصخور العضوية النشأة
	وصف بعض الصخور عضوية النشأة
	الصخور المتحولة
	عـوامـل التحـول الـرئيسـة
	عمليات التحول
	أنـواع التحـول
	تصنيف الصخور المتحولة
	وصف بعض الصخور المتحولة
	المراجـــعالمراجـــع
	كشاف المصطلحات
	(إنجليزي ـ عربي)
١.	(41 1-1 . 4)







المقدمة

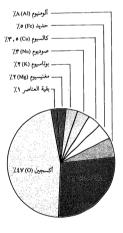
مكونات القشرة الأرضية Materials of the Earth Crust

تعتبر الصخور على اختلاف أنواعها (نارية ـ متحولة ـ رسوية) المكونات الأسسية للقشرة الأرضية . كيا أن المعادن البالغ عددها الآن أكثر من ثلاثة آلاف معدن، هي وحدات التركيب الأساسية لأنواع الصخور كافة ، بمعنى أن أي صخر من صخور القشرة الأرضية يتركب عادة من أكثر من معدن، وإن كان من الصخور ما يتركب من معدن واحد، وعلى الرغم من أن العناصر التي تدخل في تركيب صخور القشرة الأرضية عديدة، إلا أن هناك عشرة عناصر أساسية تكون ما يقارب ٤٩٣,٣٤/

من الجدول رقم (1) يتضح أيضًا أن عنصر الاكسجين هو أكثرها انتشارًا في تركيب القشرة الأرضية.. وهذا لا يعني أنه يوجد حرًا طلبقًا فيها، بل يوجد متحدًا كيمائيًّا مع عناصر أخرى ليكون معادن كثيرة منها الاكسبيد، والسيليكات وغيرها. ومن المحروف أن العناصر المبيئة بالجدول كافة عبارة عن فلزات فيها عدا الاكسجين والهيدروجين. أما الالومنيوم والسليكون فلهها خصائص غريبة ومركبات تضمهها بين الفلزات وأشاء الفلزات.

جدول رقم (١). جدول يوضح متوسط النسب المتوية للعناصر المكونة لصخور القشرة الأرضية وأكاسيدها

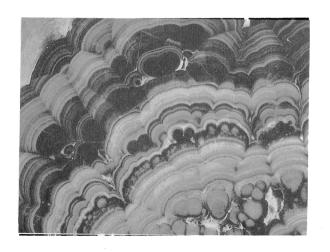
	يد	أكاس		عناصسر		
09,1V 10,7Y 7,A7 0,10 7,V1 7,11 7,20	SiO ₂ Al ₂ O ₃ FeO CaO Na ₂ O K ₂ O MgO TiO ₂	أكسيد السيليكون أكسيد الألومنيوم أكسيد الحلسيوم أكسيد الصوديوم أكسيد الموريوم أكسيد البرتاسيوم أكسيد البتانيوم أكسيد البتانيوم	£1,V1 YV, 19 A,·V 0,·0 W, 10 Y,V0 Y,OA Y,OA Y,OA	Fe	الأكسجين اللومنيوم الخلومنيوم الخلسيوم الصوديوم البوتاميوم المنسيوم المنسيوم	
.,.	2-		٠,١٤	H	الهيدروجين	
94,90		المجموع	99,48		المجموع	



شكل رقم (١). متوسط النسب المئوية للعناصر الرئيسة المكونة للقشرة الأرضية

الفصل الأول

المعادن Minerals



الخصائص الطبيعية للمعادن • الخصائص البصرية

- الخصائص التماسكية
 - الخصائص الحسية
 - الثقل النوعي
 - خصائص أخرى

- التصنيف العام للمعادن • مجموعة المعادن العنصرية (الحرة)
 - مجموعة معادن الأكاسيد
 - مجموعة معادن الكبريتات
 - مجموعة معادن الفوسفات
 - مجموعة معادن الكبريتيدات
 - مجموعة معادن الهاليدات
 - مجموعة معادن الكربونات
 - مجموعة معادن السيليكات

المعادن Minerals

يعرف المعدن عمومًا بأنه مادة صلبة طبيعية تكونت بطريقة غير عضوية عادة ذات تركيب كيميائي عمد وتسرتيب ذري داخيلي مميز تجمعان له خصائص فيزيائية مميزة... . وله غالبًا شكل بلوري يظهر على السطح الحارجي في هيئة قوالب أو أشكال هندسية.

من التعريف يتضح أن هناك أربعة عوامل أساسية تحدد طبيعة المعدن واسمه وهي :

١ - يجب أن تكون مادته طبيعية وتكونت بطرق غير عضوية غالبًا.

٢ _ يجب أن تكون مادته صلبة وإن كان الماء يعتبر معدنًا سائلًا.

٣- يجب أن يكون له بناء بلوري منتظم.
 ٤ - يجب أن يكون له تركيب كيميائي ثابت أو متغير في حدود ضيقة.

واعتبادًا على هذه الصفات، يتم استبعاد كلا من البترول والغاز الطبيعي من قائمة للمادن حيث إنها عبارة عن مركبات عديدة ليس لها بلورات. كما يتم أيضًا استبعاد أي مادة صلبة متبلورة يتم تحضيرها في المصل لأنها ستعدر مركباً كيميائيا وليست معددًا طبيعًا (معددن سناعية)، كما نلاحظ أن التركيب الكيميائي بمفرده وإن كان ميرًا إلا أتف غير كافي لتحديد شخصية المعدد؛ فعشلاً تجد أن كربونات الكاسيوم، تتج معدين لها الكلسيوم، و Ca O3 عندما يتم تبلورها في الطبيعة، تتج معدين لها الذركيب الكيميائي نفسه ولكنها يختلفان في البناء البلوري، وهم اللاراجينات كلسيوم مالكراسيت Sargonite وكثير من

الضفات الطبيعية _ (اللون Colour ، والصلادة Hardness ، والبريق Luster ، والمخدش Streak) نظرًا لأن ذرات المعدنين مرتبة ترتيبًا مختلفًا. لذا ، نجد أن التعريف نص صراحة على أنه نجي أن يكن هناك نناء

وكها أشرنا سابقًا، هناك حاليًا قرابة ثلاثة آلاف معدن في الطبيعة أمكن التصرف عليها ومن الصعب الإلمام بها جمعًا. وللتعرف على المعدن، يجب إجراء العديد من التجارب والتحاليل وتسجيل الكثير من الملاحظات عن خصائصه الطبيعة ولتحقيق ذلك، لابد لنا من الإلمام

بلوري خاص لكل معدن.

صلادة.

أولاً ببعض هذه الخصائص فنجد مثلاً أن لكل معدن صفة أو مجموعة من الصفات التي يتميز بها عن غيره فالكربون مثلاً يوجد في الطبيعة في هيئة الماس Diamond ، وكذلك في هيئة جرافيت Diamond ، فالأول شفاف وعتم أصلد المعادن . سنا الأخير أسود الله ن ومن أقلها

الخصائص الطبيعية للمعادن

Physical Properties of Minerals

يمكن إيجاز الخصائص الطبيعية للمعادن على النحو التالي :

- الخصائص البصرية Optical properties؛ وهي عدة صفات تعتمد أساسًا على انعكاس أو امتصاص الضوء على سطح المعدن مثل:
 اللون Colour ، والمخدش (المحك) Streak ، والبريق Luster ، والشفافية Diaphaneity . . . الخ.
- الخصائص التياسكية Cohesive properties: هي مجموعة من الصفات تعتمد أساسًا على مقدار وكيفية تماسك جزيئات المعدن أو ذراته مثا.:
- رالصلابة) الصلادة Hardness ، والانفصام (التشقق) Cleavage ، والانفصال Parting ، والكسر Fracture ، والتياسكية Tenacity.
- الخصائص الحسية Sense properties: وهي عدة صفات تعتمد على
 حواس الإنسان مثل:
- الملمس Touch ، والرائحة Odour ، والمذاق (الطعم) Taste . . . الخ.
- التقمل النسوعي Specific gravity: تعتصد هذه الخاصية أساسًا على
 الكيفية التي تم بها رص وترابط جزيئات المعدن وذراته بالإضافة إلى
 أوزانها الذرية.
 - خصائص أخرى Other properties: مثل :

المغناطيسية Magnetism ، والكهربية Electricity ، والإشعاعية (Radioactivity ، والإنصهارية (الحرارية) Fusibility والذوبان في الماء .Solubility

أولاً: الخصائص البصرية Colour أولاً: الله ن

يعتبر اللون من الصفات الطبيعية التي تساعد في النعرف على المحادن، وخباصة المعادن الفلزية ولكن في بعض الأحيان لا يمكن الاعتهاد على اللون كصفة ثابتة للمعادن خاصة في المعادن اللافلزية، حيث يتم تحديد لون المعدن على أساس مظهري (فاتح ـ "قاتم). واللون المحسادن ٧

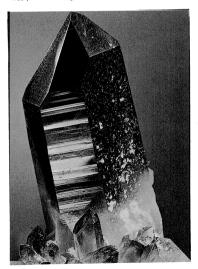
نوعان: فهناك اللون المتأصل (الثابت) Inherent، وهو الذي يعتمد على التركيب العام للمعدن (اللون الأحر للنحاس، Copper ، الأخضر للملاكيت Malachite ، الأحضر للملاكيت Malachite ، وهناك اللون الدخيل المداولة . وهناك اللون الدخيل المداولة المواقع على هيئة شوائب أو مكتنفات Pigments or inclusions و المدنى، مثل الكوارة (Colouries في يكون عادة عديم اللون Roctions ، ويوجد أيضًا باللون البنفسجي (أمائيست Amethyst) لاحتوائه على آثار من التبتانيوم، أو باللون الأحر (جسبر Jasper) لاحتوائه على آثار من التبتانيوم، أو باللون الأحر (جسبر Jasper) لاحتوائه على آثار من الخياد.



ويعزى لون أي معدن إلى مقدرة ذلك المعدن على امتصاص بعض مكونات الضبوء الأبيض العادي وتشتيت البعض الآخر؛ فمعدن الكبريت Sulphur مثلاً يبدو أصفر اللون لأنه يعكس الأشعة الصفراء، من مجموعة الألوان المكونة للضوء الأبيض؛ أما المعدن الأسود اللون،

مثل معدن الماجنيتايت Magnetite ، فإنه يمتص جميع ألوان الطيف.

وهناك بعض المعادن التي لها ألوان متأصلة، وتسمى ثابتة اللون، أو اديوكروماتيك Idiochromatic ، مثل الكورندم الأزرق (الياقوت الأزرق Sapphire)، والكورندم الأحمر (الياقوت الأحمر (هرuby)، والجمالينا Galena الرصادية. أما المعادن المتعددة الألوان فتسمى اللوكروماتيك Fluorite ، ومنها الفلورايت Fluorite (أزرق ـ



كوارتز مدخن (Medenbach & Wilk, 1986)

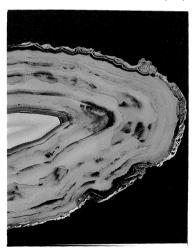
كوارنز حليبي (Medenbach & Wilk, 1986)

أصفر - أخضر - وردي). كما أن انتشار الشوائب أو المكتنفات قد يتم إما بشكل منتظم في المعدن أو بشكل غير منتظم على هيئة بقع أو نقط كما هو الحال في الياقوت الأزرق، أو في هيئة طبقات أو أحزمة، كما هو الحال في معدن العقيق Agate الذي يعتبر نوعًا من أنواع الكوارنز المستتر التبلور Cryptocrystalline.

وهنـاك بعض الظواهر الخاصة باللون تميز أحيانًا عددًا قليلًا من المعادن مثل:

) ظاهرة تلاعب الألوان Play of colours: وهي عبارة عن تغير لون المحدد نتيجة لتغير زاوية سقيوط الضوء عليه، أو الانعكاس الانتقائي الذي يقوم به، أو لكليهها معاكما هو الحال في معدن الألماس Diamond. ب) ظاهرة تغير الألوان Change of colours: يمكن رؤية هذه الظاهرة في بعض أنواع معادن الفلسبار (اللابرادورايت Labradorite)، إذ يعطي المعدن عند تحريك أمام العين الألوان الزرقاء والخضراء والحصراء، وذلك نتيجة تداخل أشعة الضوء المنعكسة من أسطح مستويات متوازية تحتوي على صفائح رقيقة من معادن أخرى يكتنفها المعدن.

ج) ظاهرة التضوء أو الثالق Luminescence: نظهر هذه الخاصية إذا تعرض المعدن، خاصة في الظلام، لطاقة خارجية (كهربية حرارية له احتكاكية أو للاشعة فوق البنفسجية)؛ عندها يصدر المعدن ضوءًا وهاجًا باهرًا بلون معين يُختلف عن لونه الأصلي، فشأل يصدر معدن الكالسيت Calcite ضوءًا أحمر متوهجًا عند تعرضه للاشعة فوق البنفسجية،

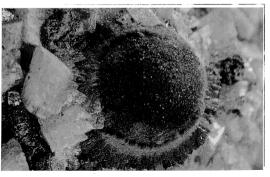




والتضوء نوعان : (Medenbach & Wilk, 1986)

- _ التفلور Fluorescence حيث يتضوء المعدن في أثناء تعرضه للمؤثر الخارجي فقط، ثم يزول التضوء بزوال المؤثر الخارجي كما هو الحال بالنسبة لمعدن الفلورايت الذي يتضوء بلون وهَّاج يُختلف عن لونه الأصلي عند وضعه على قرص حديدي ساخن.
- التفسفر Phosphorescence وهنا يستمر تضوء المعدن حتى بعد زوال المؤشر الخارجي؛ مثال ذلك الأحجار الكريمة (الألماس ـ الياقوت) التي تتضوء بعد تعرضها للأشعة السينية (X-Ray).
- د) التصدؤ Tarnish: تظهر هذه الخاصية بوضوح في معدن الكالكوبايرايت Chalcopyrite حيث تغطى القشرة الخارجية للمعدن أو سطحه الخارجي نواتج أكسدة ذات ألوان مختلفة عن لون المعدن الأصلي .
- هـ) خاصية عين الهر Chatoyancy: تنتج هذه الخاصية من اختلاف الانعكاسات الضوئية على سطوح المعادن اللَّيفية، فتظهر المعادن في لون متوهج يخطف البصر ويختلف باختلاف زاوية الرؤية فيشبه بذلك بريق عين الهر Cat's eye (أزرق) وعين النمر Tiger's eye (بني ذهبي).
- و) ظاهـرة الــلألأة Opalescence: تنتــج هذه الخــاصية عن انعكاسات ضوئية داخل المعدن نظرًا لوجود بعض الجزيئات المختلفة الترتيب، فيظهر المعدن باهر اللون إذا كان مصقولًا مثل حجر القمر Moonstone ؛ وخير مثال على هذا معدن الأوبال Opal.

الأزورايت (Medenbach & Wilk, 1986)



Y - (المخدش) المحك Streak

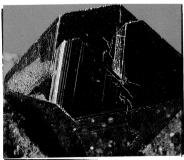
هو عبارة عن لون مسحوق المعدن. وبالإمكان التعرف على لون المسحوق بحك المعدن تحت الفحص على السطح غير المصقول لقطعة الخزف المعروفة باسم لوح المخدش Streak plate.

ومن المعروف أن صلادة قطعة الحزف حوالي (٢) وبالتالي يصعب فحص غدش المعادن التي تزيد صلادتها عن ذلك بهذه الطريقة. كيا أنه ليس من الضرورة أن يتشابه لون مسحوق المعدن مع لونه الطبيعي . فيشلاً نجد أن أكاسيد الحديد الثلاثة الرئيسة سوداء اللون ولكن لكل منها غذشاً عيزًا؛ فالهياتيت Hematite غشه أحو طويه، بينها نجد منها غذشا بع مصفرة وبالنسبة لبعض المعادن نجد أن هناك تطابقاً تامًا فمخدشه بني مصفر، وبالنسبة لبعض المعادن نجد أن هناك تطابقاً تامًا بين لون المخدش ولون المعدن نفسه كها هو الحال في كل من الجرافيت Malachite في كل من الجرافيت

ومن الملاحظ أن معظم المادن ذات البريق الفلزي لها غدش لونه قاتم قد يختلف أحيانًا عن لون المعدن الأصلي. أما المعادن ذات البريق اللافلزي، فلها مخدش ذو لون أبيض أو فاتح. ولذا نجد أن خاصية المخدش ليست بالصفة التي يمكن الاعتماد عليها في التغريق بين المعادن ذات البريق اللافلزي، ولكنها أكثر فائدة عند التغريق بين المعادن ذات البريق الفلزي.



هيماتيت (Medenbach & Wilk, 1986)



ماجنیتایت (Medenbach & Wilk, 1986)

سادن ۱۳

" _ البريق «اللمعان» Luster

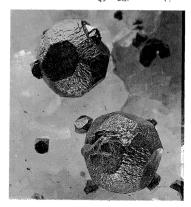
هو مظهر سطح المعدن في الضوء المنعكس، وتعتبر زاوية سقوط الضوء من العوامل التي تتحكم في كمية الضوء المنعكس، علاوة على صفات البلورة الانكسارية والانعكاسية. ومن الممكن تصنيف البريق على أساس كمية الضوء المنعكس على سطح المعدن على النحو التالي:

 ا بريق باهر Splendent: عندما تنعكس جميع الأشعة الساقطة عليه ويظهر سطح المعدن كالمرآة.

ب) بريق ساطع Shining: عندما يكون سطح المعدن أقل قدرة من سابقه على عكس الأشعة الضوئية.

ج) بريق لاسع Glimmering: وهـو بريق أقـل درجة من النوع الساطع. ويمكن القول إن المعادن الفلزية Metallic minerals عادة لها بريق ساطع وتكون معتمة، بينها المعادن اللافلزية لها بريق ساطع أو تراي، وتكون عادة شفافة.

وتنقسم المعادن جميعها تبعًا لخاصية البريق إلى قسمين رئيسين: 1) معادن ذات بريق فلزي Metallic luster ب) معادن ذات بريق لأفلزي Non-metallic luster



ذهب (Desauties, 1974)



أما البريق الذي يشاهد في كل من معدني الروتايل Rutile والكرومايت Chromite فهو بريق ضعيف، ويسمى البريق تحت الفلزي (Sub-metallic)

ا البريق الفازي :Metallic luster هو البريق المائل لبريق المائل الموادن الفلزية الذي يشاهد في معادن الذهب Gold ، أو النحاس الحر Opper والجالينا Balana ، وهذه جميعها تعتبر من المعادن المعتمة.

ب) البريق اللافلزي Non-metallic luster: ينقسم هذا البريق إلى
 سبعة أنواع مختلفة هي :

- البريق الماسي Adamantine luster: مشل بريق معادن الكورندم والألماس والكبريت المتبلور، وتتميز معظم المعادن ذات البريق الماسي بصلادة عالية، وثقل نوعي مرتفع، ومعاملات انكسار عالية (١,٩).
 ٢,٦).
- البريق الزجاجي Vitreous luster: يعتبر البريق الناتج عن الزجاج المكسور أفضل مثال فمذا النوع، ومن المعلوم أن حوالي ٧٧٪ من المعادن لها هذا النوع من البريق، وتمتاز بأنها شفافة ومنفذة وذات

(Desautles, 1970) جالينا



معامل انكسار يتراوح ما بين (۱۹٫۳ - ۱٫۹)، ومن أمثلتها بريق معدني الكرارتر: Quartz والتوبياز Topaz. أما معدن الكالسيت Calcite ، فبريقسه زجياجي ضعيف، يمكن أن يطلق عليه تحت الزجاجي Sub-vitreous.

- البريق الصمغي (الراتنجي) Resinous luster: ويشبه بريق الصمغ،
 ومن أمثلته بريق بعض عينات الكبريت Sulphur ويريق السفاليرايت
 Sphalerite
- البريق اللؤلؤي Pearly luster: ويشبه بريق اللؤلؤ قشور السمك،
 ومن أمثلته بريق معدني التلك Talc والحبس Gypsum.
- البريق الحريري Silky luster: ومن أمثلته بريق الجبس الليفي Stain
 والأسبستوس Asbestos.
- البريق المترابي (القاتم) Earthy (dull) luster: ومن أمثلته بريق الماجنيزات Magnesite.
- البريق القاري أو الزفتي Pitchy luster: ومن أمثلته بريق البتشبلند
 Pitchblende

2 ـ الشفافية Diaphaneity



تعبر هذه الخاصية عن مدى قدرة المعدن على إنفاذ الضوء، وعلى أساسها تنقسم المعادن إلى أنواع ثلاثة هي :

- ا) معادن شفافة Transparent minerals: وهي المعادن التي تسمح برؤية الأجسام من خلالها بسهولة ووضوح، أي أنها تنفذ معظم الضوء الساقط عليها. ومن أمثلتها معدنا الكوارتز من نوع البلور الصخرى (Calcite).
- ب) معادن نصف شفافة Translucent minerals: وهي المادن
 التي تنفذ الضوء بكمية أقـل من المعادن الشفافة، ولا تسمح برؤية
 الأجسام من خلافا بسهولة ووضوح، مشل معـدني الكالسيدوني
 Fluorite والفلورايت Fluorite.
- ج) معادن معتمة Opaque minerals: وهي المعادن التي تحتص معظم الضوء الساقط عليها ولا تسمح له بالنفاذ حتى من خلال شرائحها الرفيعة، مثل معدنى الهياتايت Hematite والجالينا Galena.

ثانيا: الخصائص التياسكية Cohesive Properties

١ - (الصلادة) الصلابة Hardness

هي عبارة عن مجموعة من الصفات التي تعتمد على قوة ترابط جزيئات المحدن أو ذراته، وتشمل كلا من الصلادة (الصلابة) والانفصام، والنشقق، والتهاسك، والمكسر، والانفصال. . . الخ.

هي عبارة عن قوة المقاومة التي يبديها المعدن للخدش أو الحك أو التثنيت، ومن النادر أن تتشابه قوة معدنين في صلادتها. وقد اقترح العالم النمساوي فريدريك موهس Fredrich Mohs مقياسًا للصلادة باستخدام عشر درجات ثابتة (۱-۱۰) تميز كل درجة منها صلادة معدن معين، وقد شكلت هذه المعادن مقياس موهس للصلادة ملان مقياس أولد شكلت هذه المعادن مقياس موهس للصلادة متها . Mohs'scale of hardness

وعمومًا يمكن القول إن مقدار التدرج في مقياس موهس للصلادة غير ثابت بين المعادن العشرة المذكورة، فشئلاً نجد أن الفرق بين درجة صلادة معدني الألماس والكورندم كبير جدًّا، بعكس الفرق بين درجات صلادة المعادن المستخدمة في أول المقياس، وغالبًا نستطيع أن نحدد مدى الصلادة التقريبي كالآق:

ظفر الإصبع ويخدش حتى صلابة ٥,٥ ـ قطعة النقود النحاسية حتى ٥,٥ ـ قطعة الزجاج حتى ٥,٥ ـ ونصل السكين حتى ٥,٥.

فإن أمكن خدش أي معدن بجهول الصلادة بأي وسيلة من الوسائل السابقة تكون صلادة هذا المعدن المجهول أقل من صلادة المادة التي خدش بها؟ وبعد تحديد المدى التقريبي، يمكن اختبار المعدن المناسب من مقياس موهس لتحديد صلادة المعدن المجهول بصورة أكثر دقة.

الصلادة النسبية	درجة الصلادة	تركيبه الكيميائي	دن	المـــ
ا می میران بقار الدسی میران بقامهٔ تنود. میران میکام میلی میکن ماب اوری در	\ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \	Mg ₃ Si ₄ O ₁₆ (OH) ₂ CaSO ₄ 2H ₂ O CaCO ₃ Ca F ₂ Ca ₃ F(PO ₄) ₃ KA! Si ₃ O ₈ Si O ₂	Talc Gypsum Calcite Fluorite Apatite Orthoclase Quartz	الكوارتز
الم المانوي الأنوي	, , ,	AlSiO ₄ (F OH) ₂ Al ₂ O ₃ C	Topaz Corundum Diamond	التوباز الكورندوم الألماس

شكل رقم (٢). لوحة توضيحية لدرجات الصلادة ومقياس موهس وعلى وجه العموم يمكن القول إن خاصية الصلادة بالنسبة للمعادن تعتبر من الخصائص الطبيعية المهمة التي تساعد على معرفة هوية المعدن، هذا وقد سبق القول إنه من النادر أن يتشابه معدنان في مقدار الصلادة، إلا إن التغير الذي يطراً على توكيب المعدن قد يتسبب في زيادة درجة صلادته أو نقصها عن الحد المحروف. كما تؤثر عمليات التجدوية المختلفة على صلادة المحادن، ولذلك يشترط إجراء اختبار الصلادة على الأسطح الحديثة (غير المجواة)، كما يفضل علم اختبار الصلادة على الأسطح الحديثة (غير المجواة)، كما يفضل علم اختبار المصلادة على الأسطح علم الخديثة وغير المجواة)، كما يفضل علم المتنب المحدد تلك الحبيبات وإصطاء غدش كاذب كما هو الحال بالنسبة لمحدد الأوليفين الذي يوجد غائباً في هيئة كل حبيبة صغيرة، كما يجب اتخاذ الحرص اللازم عند اختبار صلادة معدن ما باستخدام أحد معادن مقياس موهس والتأكد من لون المسحوق الناتج عن الحدش وأي المحدين كان هو المخدوش.

وجدير بالذكر أن بعض المدادن قد تعطي صلادة ختلفة وفقًا لاتجاه الخدش فيها، وتسمى هذه الخاصية عدم تجاهي الصدلادة Hardness Anisotropy. ومن أمثلتها معدن الكياتايت Kyanite الذي نجد أن صلادته (\$ - 0) تقريبًا في اتجاه طول البلورة (C-axis)، و(٦ - ٧) في الآنجاه العمودي عليه (ayaits).

هو عبارة عن قابلية المعادن لأن تنفصل أو تتفتت أو تنقسم عند

Y ـ الانفصام (التشقق) Cleavage

مستويات معينة متنظمة وبتوازية وذلك عند طرقها عموديًا طرقًا خفيقًا، وعادة ما تكون الأسطح النائجة عن هذا الانفصام مستوية تقريبًا، وينتج وبطاق عليها مستويات الانفصام عن تيفية رص اللذات وقوة ترابطها. وترتبط انجاهات مستويات الانفصام ارتباطًا وثيقًا بالبناء الذري ليلورة المدن، فتكون موازية لمددن، فتكون المدن، ويكون الانفصام ببًا لدرجة كياله وسهولته على نوعين هما:

المدن. ويكون الانفصام ببًا لدرجة كياله وسهولته على نوعين هما:

المدن المنفصام الجيد (الواضح)

المستويات الإنفصام والطفح)

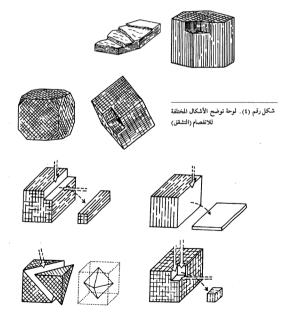
وتختلف أتجاهات مستويات الانفصام (التشقق) في كل معدن عن الأخر، وغالبًا ما نجد المامان تنصم في عدد مختلف من المستويات كيا الأخر، وغالبًا ما نجد المامان تقصم في عدد مختلف من المستويات كيا هو مؤموضي بالجدول وقد (٧) والشكل رقم (٧).

جدول رقم (۲).	عدد مستويات الاتة	بصام	المشال
	مستوى انفصام أحا	دي	مسكوفايت
	مستوى انفصام ثنائو	ي متعامدة	فلسبار
	مستوى انفصام ثنائم	ي غير متعامدة	هورنبلند
	مستوى انفصام ثلاثم	ي متعامدة	هاليت
	مستوى انفصام ثلاثه	ي غيرمتعامدة	كالسيت
	مستويات انفصام ثي	انية	فلورايت
شكل رقم (٣). لوحة توضح مستويات الانفصام	مستويات انفصام س	ىداسية	سفاليرايت
في بلورات المعادث	عديمة الانفصام		كوارتز/أوليفين
عدد مستويات الانفصام	الشال	الشكـــل	

الشكــــل	المشسال	عددمستويات الانفصام
	مسكوفايت	مسترى انفصام أحادي
	فلسبار	مستوى انفصام ثنائي متعامدة
	هورنبلند	مستوى انفصام ثنائي غيرمتعامدة
© 母	كالسيت	مستوى انفصام ثلاثي غيرمتعامدة
4 @	هاليت	مستوى انفصام ثلاثي متعامدة
	فلورايت	مستويات انفصام ثهانية
	سفاليرايت	مستويات انفصام سداميية
	كوارتز/أوليفين	لا توجــــد

٣ ـ الانفصال Parting

هي خاصية تفتت أو تكسر المعدن إلى أجزاء صغيرة عند مستويات ضعف في بلورة المصدن وليس لها علاقة بالبناء البلوري المداخلي للمعدن. وتنتج هذه المستويات عادة عن عوامل خارجية تعرض لها المعدن بعد تبلوره مثل الضغط والإجهاد؛ وليس من الضرورة أن تظهر جميع بلورات المعادن مستويات الضعف هذه، فقد تظهر في بلورات معدن تكون في منطقة ما، بينها لا تظهر هذه المستويات في بلورات المعدن نضه إذا تكون في منطقة اخرى (شكل رقم ٤).



٤ ـ المكسر Fracture

هو عبـارة عن الشكـل الذي يظهر على سطح المعدن عند كسره صناعيًا في اتجاهات غير تلك التي يتشقق أو ينفصم فيها، فالمعادن التي لا تتشقق تعكس أسـطحهـا عمومًا أشعة الضوء في اتجاهات مختلفة، وتتكون بها أسطح مكسر بسهولة، كها هو الحال في المواد غير المتبلورة. وهناك عدة أنواع للمكسر نذكر منها:

ا) المكسر المحاري (المستدير) Conchoidal fracture: نلاحظ هذا النوع من المكسر على أسطح المعادن المتجانسة التي تكون فيها قوة الروابط المداخلية متساوية في الاتجاهات كافة، فيظهر سطح المعدن المكسور خطوطًا مقوسة متمركزة تشبه إلى حد كبير خطوط النمو في الأصداف. مثال ذلك الكوارتز Quarts ، والصوان Filit والأبسيديان Obsidian (وإن كانت الأخرة صخورًا).

ب) المكسر المستن (المشرشر) Hackly fracture: وفيه يظهر سطح المعدن الناتج عن الكسر بروزات غير منتظمة واسنانًا حادة كما هو الحال في الحشب المكسور. ومثال ذلك النحاس الحر أو الطليق (العنصري) Native copper

(Medenbach & Wilk, 1986) الأوبسيديان



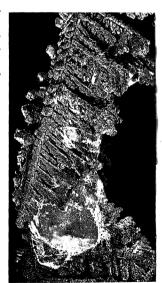
ج) المكسر المستوي (المسطح) Even fracture: حيث يظهر سطح المعدن الناتج عن الكسر منبسطًا تقريبًا، كما في معدن الجالينا Galena.

 د) المكسر غير المستوي Uneven fracture: حيث يظهر سطح المعدن خشنًا وغير مستو نتيجة لوجود بعض النتوءات. وهو أكثر أنواع المكسر شيوعًا في المعادن.

ه ـ التهاسكية Tenacity

هي إحدى الصفات الطبيعية التي تعتمد على قوة الالتصاق أو الترابط بين ذرات المعدن في بنائه الداخلي. . وتعرف بأنها مقدار مقاومة المحدن للكسر، أو الطحن أو الثني أو السحب أو الطرق؛ وهمي على درحات منها:

- أن يكون المعدن سهل التقشير أو القطع بسكين إلى شرائح ،
 مثل معدني الجبس Gypsum والجرافيت Graphite .
 هذه الحالة بأنه لين Sectile ،
 قابل للتشريح أو سهل القطع .
- ب) إذا أمكن تشكيل المعدن بالطرق إلى الواح رقيقة أو سحبه مثل
 معدني الذهب Gold والنحاس الحر أو الطلوية Vative copper ، يوصف
 المعدن بأن له خاصمة السحب أو المسجوبية Ductility ، يوصف
- ج) المطروقية Malleability ، وهي خاصية استجابة المعدن للطرق
 دون تكسم أو تفتت ، مثل معدن الفضة Silver
- د) إذا كان المعدن قابلًا للطي أو الثني ثم يعود إلى حالته الأولى
 بمجرد زوال القوة المؤشرة (كما هو الحال بالنسبة لمعدني المسكوفايت
 Muscovite والبيوتايت Biotite) وصف المعدن بأنه مرن Elastic.
- هـ) التنفي Flexibility ، وهو قابلية شرائح المدن أو صفائحه
 للانشاء دون أن تنكسر، ثم بقاؤها على تلك الحالة دون رجوعها إلى
 وضعها السابق حتى بعد زوال المؤثر المنسبب في عملية الانشاء، مثل
 معدن التلك Tab.
- و) عندما ينكسر المعدن بيسر وسهولة بالطرق الخفيف مثلاً،
 يوصف بأنه معدن هش Brittle ، مثل معدني الكبريت Sulphur ،
 والكائلن Kaolinite .



ثالثا: الخصائص الحسية

Sense Properties

۱ ـ الراثحة Odour

معدن الأوسينوبايرايت Arsenopyrite ويعض معادن الفوسفات لها واتحة خاصة وعيزة، ولا سيها عندما تتعرض للاحتكاك أو التسخين أو التنفس فوقها، ومن أهم هذه الرواقح مايلي:

 الرائحة الطينية Argillaceous odour: وهي الرائحة التي يمكن شمها وتنبعث من الصخور الطينية الرطبة (المبللة بالماء)، مثل الكاؤلين Kaolin ، وكذا معدن الاليت Illita.

رائحة الثوم Garlic odour: وهي رائحة شبيهة برائحة الثوم
 نصدر عن بعض المعادن المحتوية على عنصر الزرنيخ وذلك عند حكها
 أو تسخينها كما في معدن الأرسينوبايرايت Arsenopyrite

ج) الرائحة الكبريتية Sulphurous؛ وهي عبارة عن رائحة كبريتية تنبعث عند تسخين الكبريت أو بعض معادن الكبريتيدات، مثل معدن البايرايت Pyrite.

 د) الرائحة القطرانية (البتيومينية) Bituminous odour: رائحة شبيهة برائحة القطران أو فحم البتيومين.

هـ الرائحة العفنة (الزنحة) Fetid odour: مثل رائحة البيض الفاسد التي تنبعث عند تسخين بعض عينات الحجر الجبري القطراني.

Y _ الطعم (المذاق) Taste

بعض المعادن لها مذاق مميز يمكن التعرف عليه عندما تذاب في قليل من الماء أو في لعماب الفم؛ ويفضل استخدام هذه الخاصية للمعادن العديمة اللون أو البيضاء. أما المعادن الملونة، فأغلبها سام. وتنقسم هذه الخاصية إلى الأنواع التالية:

مذاق النطرون Natron أو الصودا (Natron أو الصودا (Natron أو الصودا (Natron).

ب) مذاق ملحي Saline: مثل مذاق ملح الطعام، كما في معدن الهاليت Halite.

- ج) مداق مزز Sour: مثل مداق الشبة.
- د) مذاق مر Bitter: مثل مذاق ملح الإبسوم Epsom salt.
- هـ) مذاق أملاح النيتر Cooling: مثل مذاق أملاح النيتر Nitre.

هو عبـارة عن التأثير الحادث نتيجة تناول العينة أو لمسها باليد، ويوصف الملمس بأنه: ٣ _ الملمس Touch

ا ناعم Smooth: وهو ملمس المعدن عندما يكون سطحه أملس، مثل معدن الأوبال Opal.

خشر Harsh: وهو الملمس الذي تشعر به عند مرور أصابع
 اليد على ورق الصنفرة Sand paper ، مثل ملمس معدن الأوليفين
 Olivine الذي يوجد عادة على هيئة كتل حبيبية صغيرة.

ج) دهني (صابوني) (Greasy: وهو الملمس الذي تشعر به عند إمرار أصبابع اليد على أعمدة الشموع، مثل ملمس معدني التلك Talc والسربتين Serpentine.

> رابعا: الثقل النوعي (الوزن النوعي) Specific Gravity

هو عبارة عن النسبة بين كتلة المعدن وكتلة جسم مسارٍ له من الماء عند درجة حرارة تساوي \$ درجات مثرية ؛ وتعتبر هذه الصفة من أهم الصفات الطبيعية للمعادن، ويصفة عامة يمكن القول إن المعادن الفلزية أثقل من المعادن اللافلزية. ويتم تحديد الثقل النوعي لأي معدن تعلسة المعادلة أثالة:

حيث هـ = وزن المعدن في الهواء، هـ ١ = وزن المعدن في الماء. ومن المع وف أن الثقل النوعي للمعدن لا يتوقف على تركيبه الكيمياثي

ومن المعروف أن الثقل النوعي للمعدن لا يتوقف على تركيه الخيسائي فحسب بل أيضًا على بناته البلوري، فيتغير الثقل النوعي تبغًا للطريقة التي رصت بها الذرات المكونة للمعدن. فمثلاً نجد أن الثقل النوعي للجرافيت هر لا المكالس هو (ه , ٣) جم/سم " على الرغم من أن التركيب الكيميائي لكليها واحد (وهو الكريون)؛ إلا أن بناءهما البلوري نختلف، فهو في الألمس مكعبي، بينها هو في الجرافيت سدامي. وهكذا الحال بالنسبة لمادن السلكا الثلاثة.

جدول رقم (٣). الصفات المختلفة لمعادن السيليكا الثلاثة

الثقل النوعي	الشكل البلوري	التركيب الكيميائي	المسدن
۲,٦٥	ثلاثي Trigonal	SiO ₂	الكوارتز Quartz
1,44	مكعبي Cubic	SiO ₂	الكريستوباليت Cristobalite
۲,۲٦	معين قائم Orthorhombic	SiO ₂	تريديهايت Tridymite

وعند الدراسة الأولية، يتم التعرف على الثقل النوعي التقريبي بحمل عينة المعدن باليد؛ ومعروف أن متوسط الثقل النوعي للمعادن اللافلزية Non-metallic هو (٣,٧) جم/سم"، وهو للمعادن الفلزية Metallic حوالي (٥) جم/سم". وعليه يمكن استخدام المقياس التقريبي التالي لوصف الوزن النوعي للمعادن: _

- ا) خفیف Light: مثل معدن الجرافیت Craphite: مثل معدن جم/سم".
- ب) متوسط Average: مثل معدن الكوارتز Quartz) (٢,٦٥) جم/سم".
- ج) ثقيل Heavy: مثل معدن البارايت Barite (٥, ٤) جم/سم".
- د) ثقيل جدًّا Very heavy: مثل معدن الجالينا Galena) (٧,٦)

جدول رقم (٤). الثقل النوعي لبعض المعادن الشائعة

الثقل النوعي	اسسم المعسدن		الثقل النوعي	اسسم المعسدن	
٥,٠٢	Pyrite	البايرايت	۲,۳۲	Gypsum	الجبس
7,00	Arsenopyrite	الأرسينوبايرايت	7,00	Orthoclase	الأرثوكليز
7,70	Cassiterite	الكاستيرايت	7,70	Quartz	الكوارتز
٧,٥٠	Galena	الجالينا	۲,۷۱	Calcite	الكالسيت
۸,۱۰	Cinnabar	السينبار	4,11	Fluorite	الفلورايت
۸,٩	Copper	النحاس	۳, ۵۳	Topaz	التوباز
١٠,٥	Silver	الفضة	٤,٠٢	Corundum	الكورندوم
19,4	Gold	الذهب	1,10	Barite	البارايت

خامسا: خصائص أخرى Other Properties ١ ـ الصفات المغناطيسية Magnetic Properties

من المحروف أن معظم معادن الحديد لها خصائص مغناطيسية ، ولكن لا يمكن القبول إن هذه قاعدة ثابتة ، فمشلاً نجد أن معدني الماجنيشات Magnetite والبرهموتيت Pyrrhotite ينجذبان إلى قطب المغناطيس البدوي العادي Bar magnet ، بينها لا ينجذب معدن الهياتيت Hematite إلى المغناطيس ، علاوة على أن هناك معادن تنفر من المغناطيس مثل معدن الزركون (الزرقون) Zircon. وعلى أساس هذه الخاصية، يمكن فصل المعادن ذات الخصائص الكهـربـاثي المغنـاطيسية المختلفـة باستخـدام المغنـاطيس الكهـربـاثي المغناطيسية Franz Isodynamic Separator ، حيث يمكن التحكم في المغناطيسية الكهربائية وتغييرها إلى درجات متفاوتة، وبذلك يمكن فصل المعادن ذات الـدرجة المغناطيسية المختلفـة، كيا هو الحال في تركيز معـدن الملجئتايت وفصله من الأبانيت مثلًا؛ ولكن في مجال دراستنا الأولية يكفى استخدام المغناطيس البدوى.

ادالصفات الكهر بائية Electric Properties

من المعادن ما يوصف بأنه جيد التوصيل الكهربي، مثل الذهب والفضة والألماس والنحاس الحر ومعظم معادن الكبريتيدات، حيث تكتسب هذه المعادن شحنات كهربائية عند تعرضها للاحتكاك أو التدليك فتلتقط الأشياء الحقيفة مثل قصاصات الورق أو القطع الصغيرة من القش. وفي الوقت نفسه نجد أن معادن السيلكات موصلة رديثة للكه باء.

هذا ويتم فصل المعادن القابلة للتكهرب عن غيرها بطريقة تسمى الفصل الكهروستاتيكي Electrical separation process.

بعض ألمعادن ، مثل التورمالين Tourmaline ، عندما تسخن تتولد عليها شحنات كهوبية غتلفة عند طرفي البلورة، وتعرف هذه الخاصية باسم Pyroelectricity. وهناك معادن أخرى مثل الكوارتز Quartz تتولد عليها الشحنات الكهربائية المختلفة عند طرفي البلورة وذلك عند تعرضها للإجهاد، وتعرف هذه الخاصية باسم Piezoelectricity.

٣ ـ الإشعاع الذري Atomic Radiation

تمتاز بعض المعادن بخاصية إطلاق إشعاعات وجسيهات متطايرة نتيجة للتحلل الذاتي للزرائها. فينيا يعتبر البورانيوم من العناصر ذات الإشعاع الذري الضعيف، يعتبر اليورانيوم من العناصر ذات الإشعاع القوي. ويمكن الكشف عن هذه الخاصية بأجهزة خاصة مثل عدادات جيج (Geiger counters) أو عدادات الوميض Scintillometer . ومن أهم المعادن المشعة اليورانيايت Uraninite ، والبتشبلند Pitchblende ، والروايت Thorite ، وغيرها .

2 ـ الانصهارية Fusibility

تساعد هذه الخاصية في التعرف على المعادن، حيث إن غالبية المعادن لها درجة انصهار ثابتة إذا كانت نقية. فالبلاتين مثلاً ينصهر عند درجة ٢٩٥٥م، والذهب عند درجة ٢٩٦٣م، بينها تنصهر الفضة عند درجة ٩٩٦٠م.

ه ـ الذوبان في الماء Solubility

معــدن الهاليت Halite وعدة معادن أخرى قابلة للذوبان في الماء العادي أو في محاليل حمضية أخرى . فمثلاً نجد أن معدن الكالسيت كوافق علول مخفف بارد من حمض الهيدروكلوريك (HCl) مصحوبًا بفقاقيع محملة بغاز ثاني أكسيد الكربون.

> التصنيف العام للمعادن Classification of Minerals

هناك عدة طرق لتصنيف المعادن، منها ما له أهمية في تسمية المصخور المتبلورة كأن تصنف المعادن إلى أساسية Essential وأخرى تموف بالإضافية Essential أهمية في تسمية الصخور. تموف بالإضافية مها ملك الكوارتن وهي التي يظل موناك من المحدوث بالمعادن الثابتة (مثل الكوارتن وهي التي يظل ومنها غير الثابت وهي المعادن التي تتأثر بالعوامل الطبيعية، مثل معدن الفلسبار. كما أنه يمكن تقسيم المحادن إلى أولية Primary وشانوية الكورتبية التي تكونت بها، والثانية هي الناتجة عن تحلل معدن تحلل المعدان لل التابت عن تحلل المعدا المحادث التي تكونت بها، والثانية هي تحلل المعدا المحادث المحدود تحلل المعدا المحدود عن تحلل معدن القلسبار.

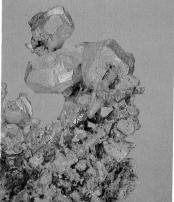
وسوف نكتفي في هذه الدراسة باتباع طريقة تصنيف المعادن على أساس تركيبها الكيميائي، وكذا تركيب الشق الحمضي فيها (تقسيم دانا) Dana's classification. وعلى هذا الأساس تُصنَّف المعادن إلى سبع مجموعات هي مايلي:

> ا ـ مجموعة المعادن العنصرية (الحرة) Native Elements Group

وهي المعادن التي توجد كعناصر حرة غير متحدة مع غيرها في الطبيعة، ومن أشهرها الذهب (Ag) ، وليوجدان عادة بجوار مناطق النشاط الناري. أما الألماس (C) ، فيتبلور من الصهارة تحت ظروف عالية من الضغط والحرارة؛ وعلى الرغم من أن الجرافيت له تركيب الألماس (C) نفسه، إلا أنه يتكون في الصخور المتحولة... ومن الأمثلة الأخرى لهذه المجموعة نذكر المعادن التالية:

تعسادن ک



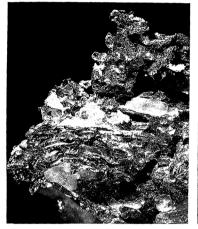


الفضة (Medenbach & Wilk, 1986)

الحيولوجيا الفيزياثية

الحديد (Fe) ، والبلاتين (Pt) ، والبزموت (Bi) ، والرصاص (Pb) ، والرحيات (Bi) ، والزرنيخ (As) ، والنحاس (Cu) والزئبق (Hg).

الذهب (Medenbach & Wilk, 1986)



(Medenbach & Wilk, 1986) الكبريت



۲ ـ مجموعة معادن الأكاسيد Oxide Minerals Group

من أكثر الأكاميد الفلزية انتشارًا في الطبيعة أكاسيد الحديد فمعدن الملجنيتايت (Fe₂O₄) Magnetite مينيتايت (Fe₂O₄) أسود اللون ويتبلور من الصهارة تحت درجات عالية من الضغط والحرارة. يبنيا نجد معدن الهياتيت (FeO.(OH) لونه رمادي أسود وغدشه أحمر، والجيوثايت (Goethite الأران الحمراء، والبنية والصفراء إلى وجود العديد من الصخور الأران الحمراء، والبنية والصفراء إلى وجود العديد من الصخور (SiO₂) ، وإن كان يعتبر أكثر الأكاسيد على الإطلاق انتشارًا في الطبيعة إلا أنه أحيانًا يتم تصنيفه ضمن معادن السيليكات. ومن أمثلة هذه المجموعة كذلك الأكاسيد التالية: السبيلكات. ومن أمثلة هذه الكورمايت (Goot) (FeCr₂O₄) (Chromite الكروماية) ، الأوبال INGO) (Gromite عربة)

(FeTiO3) Ilmenite المكورندم (Al_2O_3) Corundum المكورندم الجورنايت FeO(OH) Goethite والجيوثايت

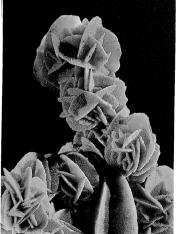
۳ ـ مجموعة معادن الكبريتات Sulphate Minerals Group

هي عبارة عن معادن تكونت غالبًا فرق سطح الأرض من محاليل مائية تنيجة لاتحاد عناصرها مع مجموعة الكبريتات، ومن أهمها معدن الجيس Gypsum الذي يحتوي في تركيبه على جزءين من الماء (CaSO₊₋2H₂O) ، بينما لا مجتري الأمهيدرايت Anhydrite على الماء (CaSO₄) ومن أمثلتها أيضا معدن البارايت (CaSO)

> 5 _ مجموعة معادن الفوسفات Phosphate Minerals Group

هي المعادن التي تتحد عناصرها مع شق الفوسفات؛ وهي عادة معادن رسوبية عضوية، من أشهرها معدن الأباتيت Apatite برورية عضوية، من أشهرها معدن الأباتيت Ga_tPO₃,F

جبس (Medenbach & Wilk, 1986)







بارایت (Medenbach & Wilk, 1986)



ه _ مجموعة معادن الكبريتيدات Sulfide Minerals Group

هي المعادن التي يتحد فيها عنصر الكبريت مع عناصر أخرى، ومن أمثلتها: السفاليرايت Sphalerite (ZnS) Sphalerite الذي يحتوي على الزنك، والجالينا (PbS) Galena)، الذي يحتوي على الرصاص، والبايرايت (FeS) Pyrite الذي يعرف باسم الذهب الكاذب بسبب لونه الأصفر. ومن أمثلتها أيضًا: المؤلبذات Molybdenite ، (MoS₂) Molybdenite أرديوبايرايت (CuFeS₂) Chalcopyrite)، الكالكوبايرايت (CuFeS₂) Chalcopyrite)،

> ٦ ـ مجموعة معادن الهاليدات Halide Minerals Group

هي المعادن التي تتحد عناصرها مع كل من: الكلور، والفلور، والبروم، واليود ومن أشهرها ملح الطعام NaCl)Halite)، الفلورايت (CaF.)Fluorite).

> ∨ _ مجموعة معادن الكربونات Carbonate Minerals Group

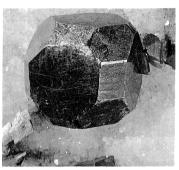
هي المعادن التي تتحد عناصرها مع شق الكربونات.. ومن أكثرها انتشارًا معدنا الكالسيت (CaCO₃) Calcite) ، والدولومايت (CaMg(CO₃)₂ Dolomite ، ويعتبران أيضًا من الصخور الموسوبية الكيميائية. ومن أمثلة هذه المجموعة أيضًا المعادن التالية:

، (Cu₂CO₃.nH₂O) Malachite باللاكايت (CaCO₃) Aragonite راجونايت ، (MgCO₃) Magnesite الماجنيزايت MgCO₃O (OH₂) Azurite ، الأزورايت

T1 (2)

من المعروف أن معظم المكونات الرئيسة للصخور النارية ولعدد من الصخور المتحولة والرسوبية هي معادن سيليكاتية . . . ويمكننا القول إن هذه المعادن تشكيل ما يقارب ٩٠٪ من القشرة الأرضية . . . كها

م يجموعة معادن السيليكات ا Silicate Minerals Group



جالينا (Medenbach & Wilk, 1986)



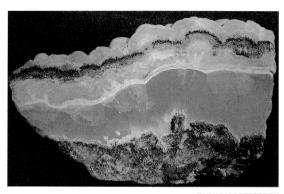
(Medenbach & Wilk, 1986) أياتيت



فلورایت (Medenbach & Wilk, 1986)



كالسيت (Medenbach & Wilk, 1986)



(Medenbach & Wilk, 1986)



أراجونايت (Medenbach & Wilk, 1986)

يلاحظ أن تركيبها الجزيمي أكثر تعقيدًا من معظم معادن المجموعات الأخرى، ففي هذه المعادن، ترتبط العناصر بوحدة بنائية أساسية هي تتراهيدرا (رباعي الأوجه) السيلكا، وتتمثل في ذرة سيلكون واحدة موجبة الشحنة عاطة بأربع ذرات أكسجين سالبة الشحنة عند أركان رباعي الأوجه Tetrahedron. ويعزى الاختلاف بين معادن السيلكات إلى السطريقة التي ترتبط بها هذه التستراهيدرا (ربساعي الأوجسة الى ترتبط بها هذه التستراهيدرا (ربساعي الأوجسة الله التستراهيدرا ويتنيها، ومن ثم يستخدم هذا النباين في تصنيفها على النحو التالى:

ا سيليكات رباعي الأوجه المنفرد (نيز وسيليكات Nesosilicates }

وفيها يتم ربط رباعيات الأوجه المكونة للشق السيليكاتي بأبونات فلزية ثنائية التكافؤ مثل الحديد والمغنسيوم . وفيها تكون نسبة السيليكون إلى الأكسجين 1: 2 ؛ ومن أمثلتها الأوليفين (MgFe),SiO₄ Olivine) ، السكيانايت (AlySiO₂) (Zircon) ، السزيركسون (ZrSiO₄).



ب) سيليكات رباعي الأوجه المزدوجة

(سوروسيليكات Sorosilicates)

وفيها تكون نسبة السيليكون إلى الأكسجين ٢٠:٧ عيث يقتسم اثنان من رباعيات الأوجه ذرة أكسجين ليعطيا أيونا (Si₂O₃). ومن أمثلتها الإبيدوت Ca₂(A1 Fe)₃ Si₃O₁₂(OH) Epidote.

ج) سيليكات رباعي الأوجه الحلقية (سيكلوسيليكات Cyclosilicates)

وفيها يرتبط ثلاثة أو أربعة أو سنة من رباعيات الأوجه عن طريق اقتسام ٦٠.٤٣ ذرات أكسجين لتكون حلفة. وتكون نسبة السيليكون إلى الأكسجين ٢٠:١؛ ومن أمثلتها: البريار (Be,Al,Si,QO).

د) سيليكات رباعي الأوجه المسلسلة (اينوسيليكات Inosilicates)

يتم الارتباط بين وحدات رباعي الأوجه على هيئة سلسلة غير عددة الامتداد منفردة Chouble chain أو مزدوجة Double chain أو لكول تكون نسبة السيليكون إلى الأكسجين ٢:٣؛ وتتبعها مجموعة البيروكسين، ومن أمثلتها معدن الانستاتات MgSiO3) Enstatite)، ومعدن الهايرين السلسلة المزدوجة، فتكون نسبة السيلكون إلى الأكسجين (١٤: ١١)؛ وتتبعها مجموعة الأمفيبول، ومن أمثلتها معدن المرونبلند Hornblende ، ومعدن المريمولايت

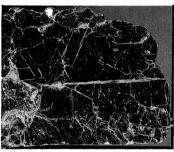
هـ) سيليكات رباعي الأوجه الصفائحية (فيلوسيليكات Phyllosilicate)

يتم ارتباط الموحدات (SiO₂) عن طريق اقتسام ثلاث ذرات المحجرة مع الوحدات المجاورة لها، وتمتد في الاتجاهين مكونة صفيحة مسطحة غير متناهية الامتدادات، وفيها تكون نسبة السيليكون إلى الأكسجين (٢:٥)؛ وتتبعها مجموعة الميكا، ومن أمثلتها معدن الملسكوفايت (الميكا البيضاء KAl₃Si₂O₁₀(OH)₂ Muscovite ، ومعدن البيتاب (الميكا السوداء) Muscovite (الميتاب (الميكا السوداء) KK(MgFe), AlSi₃O₁₀(OH).

سادن ۳۰



مسكوفايت (Mondadori, 1983)



پيوٽايت (Mondadori, 1983)

و) سيليكات رباعي الأوجه الشبكية (تكتوسيليكات Tectosilicates)

تكون نسبة السيليكون إلى الأكسجين (١: ٢)؛ ويشتمل هذا النوع من رباعي الأوجه على أكبر عدد من معادن السيليكات. ويلاحظ أن الانصال بين رباعيات الأوجه (١٥٥٥) يتم من خلال اقتسام ذرات الأكسجين الأربع لتكون لدينا شبكة ثلاثية الأبعاد تمتد في الاتجاهات كافة ومن أعثانها:



مجموعة معادن السيليكا SiO₂ : ومن أمثلتها كوارتز Quartz (الفا ـ بيتا). التريديهايت Tridymite ، الكريستوباليت Cristobalite.

مجموعة الفلسبارات Feldspar group: ومن أمثلتها فلسبار بوتاس ارثوكليز KAlSi₃O₈Orthoclase . . الخ .

- بلاجوكليز (صودي ـ كلسي) الألبايت NaAlsi₃O₈ Albite الأنورثايت CaAl₂Si₂O₈ Anorthite

مجموعة أشباء الفلسبار Feldspathoid group. ومن أمثلتها النفلين NaCl Sodalite ، والصوداليت NaCl Sodalite و(NaK) AlsiO₄ Nepheline والليوسايت KAISi,O₆ Leucite.



صودالايت (Mondadori, 1983)



تورمالين (Medenbach & Wilk, 1986)

جدول رقم (٥). تصنيف رباعيات الأوجه السيليكانية SiO₄ وأمثلة من المعادن السيليكانية

	الوضع الفراغي لرباعيات الأوجه ونسبة الأكسجين : السيليكا	التركيب الكيميائي	المعسدن	مجموعة السيليكمات
£:1	- 🕰 -	(MgFe) ₂ SiO ₄	الأوليفين Olivine	سيليكات رباعي الأوجه المنفردة Nesosilicates
V : Y		Ca ₂ (Al,Fe) ₃ Si ₃ O ₁₂ (OH)	الأبيدوت Epidote	سيليكات رباعي الأوجه المزدوجة Sorosilicates
7:1 7:4		Be ₃ Al ₂ Si ₆ O ₁₈	البريـــل Beryl	ميليكات رياعي الأوجه الحلقية Cyclosilicates
۳:۱		(MgFe) SiO 1	البيروكسين	ميليكات رباعي الأوجه المسلسلة Inosilicates ا _ سلسلة منفردة
1:1		Complex CaNaMgFeAl silicate	Pyroxene الهورنبلند Hornblende	Single ب_ سلسلة مزدوجة Double
a: Y		$\begin{aligned} & \text{KAl}_3 \text{Si}_3 \text{O}_{10} \text{(OH)}_2 \\ & \text{K(MgFe)}_3 \text{AlSi}_3 \text{O}_{10} \text{(OH)}_2 \end{aligned}$	المسكوفايت Muscovite البيوتايت Biotite	سيليكات رباعي الأوجه الصفائحية Phyllosilicates
4:1		K AlSi $_2O_8$ (CaNa)AlSi $_2O_8$	الأورثوكايز Orthoclase البلاجيوكليز Plagioclase	سيليكات رباعي الأوجه الشبكيـة Tectosilicates

جدول رقم (٦). خصائص وتركيب ووجود المعادن الشائعة في الصخور

	صخور متحولة		صخور نارية	الوزن النوعي	الشكل	الانفصام	الصلادة	البريق	اللون	التركيب الكيميائي		الاســ
	٥		•	۳,۸ ۳,۴	حبيبات بلورات	غیر واضح صغیرة اتجاهین	٥,٥	زجاجي زجاجي زجاجي		(MgFe) ₂ SiO ₄ Ca(MgFe)Si ₂ O ₆	Olivine Pyroxene	الأوليفين البيروكسين
					سداسية قصيرة			-				
Mafic Minerals	٥		•	۳,۳	بلورات مستطيلة	اتجامين	0,0	زجاجي	أسود	Complex CaNaMg Fe	Homblende	الهورنبلند :
Mafic	٥	۰	•	٣	صفائح	اتجاه واحد	٣	زجاجي	بني مسود	Complex hydro K Mg	Biotite	البيوتايت
										FeAl silicates		
		••	••	۲,٦	كتلي	غيرواضح	٧	زجاجي	عديم اللون رمادي	SiO ₂	Quartz	الكوارتز
nerals	٥	۰	••	۲,۷	كتلي	اتجاهين	٦	زجاجي	أبيض	(Na - Ca) Alamino - Silicates	Na - Ca	الفلسبار
Felsic Minerals		•	••	۲,۷	كتلي		٦	زجاجي	وردي	(K - Na) Alamino - Silicates	K - Na	
				۲,۹	صفائح		۲,٥	زجاجي	عديم اللون	Hydro K AL silicates	Muscovite	المسكوفايت
	۰	•		۲,۷	متبلور	ئلاثة اتجاهات	٣	زجاجي	أبيض	CaCO ₃	Calcite	الكاليت
		•		۲,۹	متبلور		۵,۳	زجاجي	أبيض	CaMg(CO ₃) ₂	Dolomite	الدولوميت
		•		۲,۳	ألياف	اتجاه واحد	۲	زجاجي	أبيض	CaSO ₄ -2H ₂ O	Gypsum	الجبس
		•		٧,٧	حبيبي	ثلاثة اتجاهات	٧,٥	زجاجي	عديم اللون	NaCl	Halite	الهاليت
	•			۲,۸	صفائح	اتجاه وإحد	٥,٢	زجاجي	أخضر	Hydrous MgFeAl silicate	Chlorite	الكلوريت
	•			٤	كتلي	لايوجد	٧	زجاجي	بني محمر	MgFeAlCa silicates	Garnet	الجارنت
	•			۲, ٤	صفائح	لا يوجد	٤	حريري	أخضر قاتم	Hydrous Mg silicates	Serpentine	السربنتين

^{●●} موجود في أغلب الصخور

[•] شائع الوجود

ه ثانوي الوجود

سعة ومن أمثلتما	. تدحد في هيئة عناصي في الط	وتضم المعادن الم	١ ـ مجموعة المعادن العنصرية الطليقة
Antimony	ر بردد ي بيه عد عر ي (Sb)	• '	Native Elements Group
Arsenic	(As)	.رونيمون الزرنيخ	•
Bismuth	(Bi)	البزموت	
Copper	(Cu)	النحاس	
Diamond	(C)	الألماس	
Gold	(Au)	الذهب	
Graphite	(C)	الجرافست	
Iron	(Fe)	الحديب	
Lead	(Pb)	- الرصــاص	
Mercury	(Hg)	الزئبــق	
Platinum	(Pt)	ر. البلاتيسن	
Silver	(Ag)	الفضية	
Sulphur	(S)	الكبريت	
	C .	,	۲ ـ مجموعة معادن الكبريتيدات
Arsenopyrite	FeAsS	ارزينوبايرايت	Sulphide Minerals Group
Chalcocite	Cu ₂ S	كالكوسايت	
Chalcopyrite	CuFeS ₂	كالكوبايريت	
Cinnabar	HgS	سينبـــار جالىنـــا	
Galena	MoS ₂		
Molybdenite	FeS ₂	موليبدونيت	
Pyrite	FeS	بايرايىت	
Sphalerite	ZnS	سفاليرايست	
ر الأخرى، ومن أمثلتها:	بة عن اتحاد الأكسجين بالعناص	وتضم المعادن الناتح	٣ ـ مجموعة معادن الأكاسيد
Cassiterite	SnO ₂	كاسيتيرايت	Oxide Minerals Group
Chromite	FeCr ₂ O ₄	كرومايست	
Corundom	Al_2O_3	كورنسدوم	
Limonite	$2Fe_2O_3.3H_2O$	ليمونايت	
Magnetite	Fc ₃ O ₄	ماجنيتايىت	
Pyrolusite	MnO_2	بيرولوسايت	
Rutile	TiO ₂	روتسيسل	
Zincite	ZnO	زنكسست	

الأحسادن

Fluorite	CaF ₂	فلورايت	٤ _ مجموعة معادن الهاليدات
Halite	NaCl	ھالى <u>ـــت</u>	• • •
		-	•
الفوسفات، ومن أمثلتها:	مادن التي يتحد في شقها ا	وتضم الم	ه _ مجموعة معادن الفوسفات
Apatite	Ca ₅ F(PO ₄) ₃	اباتیت	Phosphate Minerals Group
ها مع شقى الكربونات، ومن	عادن التي تتحد عناص	وتضم الم	٣ مجموعة معادن الكر بونات
	ي ر	أمثلتها:	Carbonate Minerals Group
Aragonite	CaCO ₃	أراجونايت	om sound in morals of sup
Azurite	Cu ₃ (CO ₃) ₂ (HO) ₂	از و رایت از و رایت	
Calcite	CaCO ₃	كالسيت	
Dolomite	CaMg(CO ₃) ₂	دولومايت	
Magnesite	MgCO ₃	ماجنيزايت	
Malachite	Cu ₂ CO ₃ (HO) ₂	ملاكيست	
Siderite	FeCO ₃	سيديرايت	
Smithsonite	ZnCO ₃	سمثسونايت	
مع الكبريتات ومن أمثلتها:	عادن التي تتحد عناصرها	وتضم الم	٧ ـ مجموعة معادن الكبريتات
Anhydrite	CaSO ₄	أنهيدرايت	Sulphate Minerals Group
Barite	$BaSO_4$	بارايت	
Gypsum	CaSO ₄ 2H ₂ O	جبس	
•			
نحاد مجموعة (جذر) السيلكا مع	ادن التي تتكون نتيجة ا	م الع	٨ _ مجموعة معادن السيليكات
والنسبة بين عنصري السيلكون			Silicate Minerals Group
لعادن إلى ست مجموعات رئيسة			Oncare Minerals Orosp
	1- 0 0	د هي:	
N	يزوسيليكات esosilicates		
Andalusite	Al ₂ SiO ₅	اندالوسايت	
Kyanite	Al ₂ SIO ₅	كيانايـت	
Olivine	(MgFe) ₂ SiO ₄	أوليفيسن	
Sillimanite	Al ₂ SiO ₅	سليهانايت	

```
Staurolite
                          Fe<sub>2</sub>Al<sub>0</sub>O<sub>6</sub>(SiO)<sub>2</sub>(O.OH)<sub>2</sub>
                                                                شتور وليت
 Topaz
                               Al<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>(FOH)<sub>2</sub>
                                                                تو بــــاز
  Zircon
                               ZrSiO.
                                                                زيركسون
                             س ) سوروسبلیکات Sorosilicates
 وفيها تكون نسبة السيليكون إلى الأكسجين ٧:٧؛ ومن أمثلتها
                                                           المادن التالية
 Epidote
                                إسدوت (Al,Fe), Si<sub>3</sub>O<sub>12</sub>(OH)
                             جر) سبكوسيلكات Cyclosilicates
 وفيها تكون نسبة السليكون إلى الأكسحين ٢:٣؛ ومن أمثلتها
                                                           المعادن التالية:
                   Be3Al2Si6O18
 Beryl
                                                                    سريل
 Tourmaline
                               تورمالين (محموعة معادن لها تركب معقد)
                                   د ) إينوسيليكات Inosilicates
وفيها تكون نسبة السيليكون إلى الأكسجين ٣:١ في السلاسل
                                    المنفردة؛ ومن أمثلتها المعادن التالبة
                                                               أوحابت
Augite
                  (Ca Na) (Mg Fe Al) (Si Al)2O6
                                                               دايو بسايد
Diposide
                  Ca Mg Si, O.
                                                               انستاتاىت
Enstatite
                  Mg SiO<sub>2</sub>
Hypersthene (MgFe)SiO<sub>2</sub>
                                                                 ھايىرتىن
 وفي السلاسل المزدوجة تكون النسبة بينها ٤: ١١؛ ومن أمثلتها:
        هورنبلند Hornblende complex Ca Na Mg Al OH silicate
                               هـ) فىللوسىلىكات Phyllosilicates
  وفيها تكون نسبة السيليكون إلى الأكسجين ٢: ٥؛ ومن مثلتها:
                                                                بيوتايت
Biotite
                  K(Mg Fe)<sub>3</sub>)AlSi<sub>3</sub>O<sub>10</sub>(OH)<sub>2</sub>
                                                             مسكوفايت
                 KAI3Si3O10(OH)2
Muscovite
Serpentine
                 Mg6Si4O10(OH)8
                                                              سر بنتین
                  Mg<sub>3</sub>Si<sub>4</sub>O<sub>10</sub>(OH)<sub>2</sub>
Talc
                                و) تکتوسیلیکات Tectosilicates
 وفيها تكون نسبة السيليكون إلى الأكسجين ١: ٢؛ ومن أمثلتها:
Albite
                  Na Al Si<sub>3</sub> O<sub>8</sub>
                                                                البايـت
                                                                کوارتے
Ouartz
                  SiO
Orthoclase
                  K AlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>
                                                               اورثوكليز
                  3Na Al (SiO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>Na Cl
                                                              صوداليت
Sodalite
```

جدول رقم (٧). تمارين

ملاحظات	الشكـل	المكسر	التشقق	الصلابة	المخدش	البريسق	اللون	المدن
		·						
			6					

، جدول رقم (٨). تمارين

ملاحظـــات	الشكــل	المكسر	التشقق	الصلابة	المخدش	البريسق	اللون	المعدن
			.					
		[-	- [
							.	
				İ				Ì

جدول رقم (٩). تمارين

ملاحظات	الملمس	الرائحة		الشفافية	التياسسك	الوزن النوعي	اسم المعدن
	1						
	L	 	L	L		L	

وصف لأمثلة مختارة عن المجموعات المعدنية جدول رقم (١٠). المعادن العنصرية أو الطليقة وأهم خصائصها الطبيعية

ملاحظـــات	الثقل النوعي	المكسر	الانفصام	الصلادة	المخدش	البريق	اللون	ىدن	-A1
قابل للسحب والطرق والتشكيل وموصل جيد للحرارة والكهرباء	۸,۹	مسنن	لا يوجد	7-7,0	احر نحاسي	فلزي	أحمر نحاسي	Copper Cu	نحــاس
يوجد مع الكوارتز في العروق، قابل للسحب والطرق والتشكيل وموصل جيد للحرارة والكهرباء	19,8	مسنن	لا يوجد	4-4,0	أصفر ذهبي	فلزي	أصفر ذهبي	Gold Au	ذهــب
ملمس دهني يترك أثرا أسود على الورق والأصابع	۲,۲	لايوجد	في اتجاه واحد	۲-1	رمادي مسود	فلزي	أسود حديدي	Graphite C	جرافيست
يمتاز بلونه وملمسه الشحمي ورائحته الكبرينية	۲,۱	محاري إلى غير مستو	لا يوجد	۲,٥	ابیض او اصفر فاتح	دهني صمغي	أصفر ليموني	Sulpher S	كبريست

جدول رقم (١١). معادن الأكاسيد وأهم خصائصها الطبيعية

ملاحظات	الثقل النوعي	المكسر	الانفصام	الصلادة	المخدش	البريق	اللون	المعدن
يمتاز بشكل بلوراته التي تشبه البرميل، ويوجد في الصخور التي لا تحنوي على كوارتز.	£ ,-	غيرمستو	لايوجد	٩	أبيض أو عديم اللون	زجاجي عاكس وأحيانا لؤلؤي	رمادي إلى بني أزرق فاتح أو أخضر	کورنـدم Corundum Al ₂ O ₃
يمتاز بالغناطيسية ، يوجد كمعدن إضافي في الصخور النارية والمتحولة	٥,٢	تحت محاري إلى غير مستو	لا يوجد	7,0.0,0	أسود	فلزي	أسود حديدي	ماجنیتایت Magnetite Fe ₃ O ₄
يتميز عن الماجنيتايت باتعدام خاصية المغناطيسية وبلون مخدشــه	۰,۲	تحت محاري إلى غير مستو	لا يوجد	٦,-	بني محمر إلى أحمر كرزي	فلزي	أسود حديدي أو بني محمر	میاتایت Hematite ${\rm Fe_2O_3}$
يمتازعن الهيانيت بلون غدشه دائما يعطي صلادة أقل من الحقيقة بسبب عوامل التعرية	٤,٧	لا يوجد	لا يوجد	0,0_0	بني مصفر	فلزي مامي	بني مصفر إلى بني داكـن	ليمونايت Limonite 2Fe ₂ O ₃ - 3H ₂ O
يترك أثرا أسود على الأصابـع	٥,٢	-	لا يوجد	Y,o_Y	أسود	فلزي	أسود حديدي	بىرولوسايت Pyrolusite MnO ₂

تابع جدول (۱۱)

ملاحظات	الثقل النوعي	المكسر	الانفصام	الصلادة	المخدش	البريق	اللون	المدن
أحد خامات التيتانيوم	٤,٥	غيرمستو	لا يوجد	7,0_7	بني فاتح	ماسي ـ تحت فلــزي	بني محمر إلى أحمر أحيانا أسود	رويـــــل Rutile TiO ₂
يمتاز بلونه الأحمر ولون مخدشه وصحبته لمعدن الفرانكلينايت	٦,٧	تحت . عاري	واضح	٤,-	أصفر برتقالي	تحت ماسي	أحمر قانٍ أصفر برتقالي	زنکىيىت Zincite ZnO
يتميز بوزنه النوعي العالي (٤ , ٧) .	٧, ٤	محاري إلى غير مستو	لا يوجد	V-7	أبيض أو بني	ماسي	عادة بني إلى أسود نادرا أصفر أو أبيض أو رمادي	
يمتاز بمكسره وخاصية تلاعب الألوان في بعض أنواعه (سيليكا غير متبلورة)	۲,۲	محاري	لا يوجد	1,0.0,0	أبيض أو عديــم اللـون	زجاجي صمغي لڙلؤي	أبيض إلى أصفر أحمر، بني، اخضر رمادي أو أسود	أوبـــال Opal SiO ₂ - 3H ₂ O
يوجد في السربنتين والصخور فوق القاعدية	٤,٨	غيرمستو	لا يوجد	٠,٥	بني داكـن	تحت فلزي۔ فلزي	اسود حديدي إلى بني مسود	کرومایت Chromite FeCr ₂ O ₄

جدول رقم (١٢). معادن الهاليدات وأهم خصائصها الطبيعية

ملاحظـــات	الثقل النوعي	المكسر	الانفصام	الصلادة	المخدش	البريق	اللون	ىدن	الم
يمتاز بطعمه المالح ويذوب في الماء	۲,۲	عاري	في ثلاثة اتجاهات	Y,0_Y	أبيض	زجاجي	عديم اللون ، أبيض ، وأحيانا أزرق	Halite NaCl	هاليت
أحيانا يوجد في هيثة بلورات ثهانية الأوجه	٣,٣	محاري مسطح	جيد في أربعة اتجاهات	ŧ	أبيض	زجاجي	عديم اللون، أصفر، أزرق أخضر، بنفسجي، وردي أو أحمر		فلورايـت ,

جدول رقم (١٣). معادن الكربونات وأهم خصائصها الطبيعية

ملاحظات	الثقل النوعي	المكسر	الانفصام	الصلادة	المخدش	البريق	اللون	المدن
يتفاعل مع حامض HCl ويمكن تمييزه عن الكالسيت بوزنــه النوعــي العالـي	٤,٥	غيرمستو	لا يوجد	0_1	أبيض	زجاجي	أبيض، أخضر، أزرق، عادة بني مترب	سمٹونایت Smithsonite ZnCO ₃
يتفاعل مع حامض HCl ويحدث فورانًا يكون حجر الجير والرخام	۲,٧	محاري	في ثلاثة اتجاهات	٣	أبيض	زجاجي	عديم النون إلى أبيض وأحيانًا أصفر أزرق أوبنفسجي	کالسیت Calcite CaCO ₃
يتفاعل مع حامض HCl ويحدث فورانًا	۲,٩	تحـت محاري	جيد في ثلاثة اتجاهات	1-4,0	أبيض أو عديم اللون	زجاجي	أبيض _ رمادي أصفر _ أخضر بنفسجي	أراجونيت Aragonite CaCO ₃
ينجذب للمغناطيس بعد التسخين	۲,۹	غيرمستو إلى تحت محاري	جيد في ثلاثة اتجاهـات	٤_٣,٥	أبيض	زجاجي	لون الرماد أو رمادي مصفر أو أصفر	سیدیرایت Siderite FeCO ₃
لا يذوب في الحامض البارد ولكنه يتفاعل مع حامض HCl الساخـن	۴,_	عاري مسطح	. واضح في ثلاثة اتجاهات	£,0_4,0	أبيض	زجاجي ـ حريوي	أبيض عندما يكون نقيًّا، رمادي أو أصفر	ماجنیزایت Magnesite MgCO ₃
يذوب في الحامض البارد ويمتاز بلونه الأزرق	٣,٨	محاري	غير واضح	٤-٣,٠	أزرق فاتح	زجاجي ـ ماسي	ازرق ازوردي (نيلي)	أزورايــت Azurite Cu ₃ (CO ₃) ₂ (OH) ₂
يتميز بذوبانه في الحامض البارد	٤,_	محاري	غير واضح في اتجاه واحـــد	1-4,0	أخضر فاتح	زجاجي ـ حريري	أخضر لامـع	ملاكايــت Malachite Cu ₂ CO ₃ (OH) ₂
يوجد في الرخام وصخور الدولومايت ويمثاز عن بقية مجموعته بأنه يتفاعل بصعوبة مع حامض HCl	۲,۹	تحـت محاري	جيد في ثلاثة اتجاهات	1-4,0	أبيض	زجاجي ـ لؤلؤي	أبيض أو أبيض محمر أو مخضر	دولومایت Dolomite CaMg(CO ₃) ₂

جدول رقم (١٤). معادن الكبريتات وأهم خصائصها

ملاحظسات	الثقل النوعي	المكسر	الانفصام	الصلادة	المخدش	البريق	اللون	المعدن
يمتاز عن الجبس بعدم احتوائه على الماء وصلابته المرتفعة	٣-,0	غيرمستو	في ثلاثة اتجاهات	٣,٥_٣	أبيض	لؤلؤي	عديم اللون أو ازرق أوبنفسجي أورمادي فاتح	Anhydrite

تابع جدول (۱٤)

ملاحظات	الثقل النوعي	المكسر	الانفصام	الصلادة	المخدش	البريق	اللون	المدن
ثقيل بالنسبة لبقية المعادن اللافلزية	٤,٥	محاري أو غير مستوٍ	واضح في ثلاثة اتجاهات	٣,0_٣	أبيض	زجاجي لؤلؤي	عديم اللون أو أبيض، أزرق أو أصفر فاتــح	بارایت Barite BaSO ₄
يمتساز بسطحه الناعسم ووجود تشقق واضح في اتجاه واحد	۲,۳	محاري _ليفي	في ثلاثة اتجاهات أحدها جيد	۲	أبيض	زجاجي حريري لؤلؤي	عديم اللون أبيض رمادي	جـــــــــ Gypsum CaSO ₄ - 2H ₂ O

جدول رقم (١٥). معادن الفوسفات وأهم خصائصها

ملاحظات	الثقل النوعي	المكسر	الانفصام	الصلادة	المخدش	البريق	اللون	المدن
يوجد في بعض الصخور النارية كمعدن إضافي ويفقد لونه عند التسخين	İ	-	غيرواضح		أبيض	زجاجي	عادة أخضر بني وأحيانا عديم اللون أصفر أو أزرق	أباتيــت Apatite Ca ₅ (PO ₄) ₃ F

جدول رقم (١٦) . معادن الكبريتيدات وأهم خصائصها الطبيعية

ملاحظات	الثقل النوعي	المكسر	الانفصام	الصلادة	المخدش	البريق	اللون	المدن
ثقيل ـ يترك أثرا على الورق بصعوبة . يوجد على هيثة عروق في حجر الجير	٧,٦	تحت محاري أو مستو	في ثلاثة اتجاهات	۲,٥	رمادي ـ رصاصي	فلزي	رمادي رصاصي	جالینــا Galena PbS
يمتاز بارتفاع كثافته النوعية	۸,۱	تحـت محاري	غيىر واضح	۲,٥	قرمزي	ماسي -معتم	أحمر ارجواني	سنیبار Cinnabar HgS
يــــــــــــــــــــــــــــــــــــ	٤,٢	محاري	جيد في ستـة اتجاهات	£_\mathcal{T},0	بني فاتح إلى غامق وأحيانا أبيض	صمغي	عادة أصفر، بني، أو أسـود	سفالبرایت Sphalerite ZnS
يدوب بسهولة في حامض النيتريك	۰,۸	عاري	غيرواضح	T-Y,0	رماد <i>ي</i> داكـن	فلزي	رمادي ، رصاصي مسود	کالکوسایت Chalcosite Cu ₂ S

تابع جدول (۱٦)

ملاحظـــات	الثقل النوعي	المكسر	الانفصام	الصلادة	المخدش	البريق	اللون	المسدن
يترك أثرا أسود على الورق واليد، يوجد في الجرانيت والرخام وعروق المرو الحاملة لمعادن التنحستين	£,V	-	في اتجاه واحد	1,0_1	رمادي ـ غامـق	فلزي	رمادي رصاصي	مولیبدینیت Molybdenite MoS ₂
يتميز عن الكالكوبايرايت بارتفاع صلابته	۵,۲	محاري إلى غير مستو	لا يوجد	٦,٥	اسود مخضر إلى قاتم	فلزي	أصفر نحاسي فاتح	بایرایست Pyrite FeS ₂
له رائحة الثوم عند حكه بأي جسم صلب	١,٢	غير مستو	غيىر واضح	٦	رمادي مسود	فلزي	فضي إلى رمادي	أرزينوبايرايت Arsenopyrite FeAsS
يختلف عن البايرايست بصلادته المنخفضة ويمتاز بلونـه الأصفــر	٤,٢	محاري	غيىر واضح	£-٣,0	أسود خضر	فلزي	أصفر ذهبي أو نحاسي	كالكوبايرايت Chalcopyrite CuFeS ₂

جدول رقم (١٧). معادن السيليكات وأهم خصائصها الطبيعية

ملاحظـــات	الثقل النوعي	المكسر	الانفصام	الصلادة	المخدش	البريق	اللون	المعدن
يوجد بكثرة في صخر الاردواز	٣,٢	غيرمستو	في اتجاهين ولكنه غير واضح	٧,٥	أبيض أو عديسم اللـون	زجاجي	أبيض، رمادي بني، أخضر ـ وردي	أندالوسايت Andalusite Al ₂ SiO ₅
يوجد في الشيست والنايس	٣, ٢	غيرمستو	جيد في اتجاه واحــد	٧-٦	عديــم اللـون	زجاجي	بني فاتح إلى رمادي او اخضر زيتوني	سلیهانایت Sillimanite Al ₂ SiO ₅
يمتاز باختلاف صلادته في الاتجاهات المختلفة للبلورة وكذلك بلونه الأزرق	٣,٦	غيرمستو	في اتجاهين	٧_٥	عديــم اللــون أو أبيض	زجاجي لؤلؤي	أزرق، أبيض رمادي غضر	تـــانايــــــــــــــــــــــــــــــــ
يوجد كمعدن إضافي في الصخور النارية الحامضية وكذلك في رواسب الوديان	٤,٨	محاري	لا يوجد	٧,٥	أبيض أو عديـم اللبون	زجاجي ـ ماسي	عديم اللون أو أصفر أو أحمر أوبني	زيركسون Zircon ZrSiO ₄
يمتـــاز بلونــه الأخضـــر الزيتونـي	٣,٦	عاري	غير واضح	٧.٦,٥	أبيض_ أصفر	زجاجي	زيتوني إلى أخضر ماثل للاصفرار	أرلفيـــن Olivine (MgFe) ₂ SiO ₄

تابع جدول (۱۷)

ملاحظـــات	الثقل النوعي	المكسر	الانفصام	الصلادة	المخدش	البريق	اللون	المعدن
يمتاز بلونه المشابـه للــون التمر ويوجــد بكثـرة فــي الصخــور المتحولــة	٤,٣	محاري غير مستو	لايوجد	٧,٥_٦,٥	ابيض او عديـم اللـون	زجاجي	غالبا بني محمر او اخضر فاتح او أسود	جارنت Garnet Fc, Mg, Ca, Al Sillicate
يمتــاز بصلادتــه العاليــة ويلوراته المخططـة طوليــا	٣,٦	غيرمستو	واضح في اتجاه واحـد	٨	ابيض او عديــم اللــون	زجاجي	عديم اللون، أصفر قشي، أبيض ـ اخضر، أزرق	توباز Topaz Al ₂ SiO ₄ (F.OH) ₂
يتمينز ببلوراته التوأمية على شكل صليب (توأمة متقاطعة)	٣,٨	تحـت عاري	لايوجد	Y, ø_, Y	عديـم اللـون إلى رمادي	زجاجي	احر، بني مصفر، بني مسود، اسود	شتور وليت Staurolite Fe ₂ Al ₉ O ₆ (SiO) ₂ (O.OH) ₂
يمتساز عن الكالسيست بالصلادة العالية ويمكسره المحاري	Y,1	محاري - تحـت محاري	لا يوجد	٧	عديـم اللـون	زجاجي	عديم اللون -أبيض، وردي حليبي مدخن، بنفسجي أحمر أو أخضر	کوارتز (مرو) Quartz SiO ₂
يوجد في عروق البيجهاتيت وصخور الجرانيت	۲,٦	غيرمستو	فني اتجاهين	٦.	عديــم اللون أو أبيض	زجاجي ـ لۇلۇي	أبيض، رمادي، أخضر، أحمر، (لحم الهوانم)	أورثوكليز Orthoclase KAlSi ₃ O ₈
يوجد في عروق البيجهاتيت وصخور الجرانيت	Υ,٦	غيرمستو	في اتجاهين	٦,٥_,٦	عديــم اللــون أو أبيض	زجاجي ـ لؤلؤي	ابیض، اصفر فاتح او احمر واحیانا اخضر مــزرق	میکروکلین Microcline KAlSi ₃ O ₈
يوجد في هيئة بلورات ذات مقطع سداسي موجود في صخور السيانيت	۲,۰	محاري	لا يوجد	٦_0,0	أبيض	زجاجي	أبيض ، رمادي مدخــن	ليوسايت Loucite KAISi ₂ O ₆
يوجد في الصخور النارية وعروق البيجهاتيت الخالية من الكوارتز	۲,٦	غيرمستو	في ثلاثة اتجاهات	7-0,0	أبيض	زجاجي ـ دهنـي	أبيض إلى أصفر أحيانا له صبغة بنية أوحراء أوخضراء	نفلین Nepheline (NaK)AISiO ₄
يتميز بلونه الأزرق المميز ويذوب في الحامض HCl	٧,٣	محاري إلى غير مستو	لا يوجد	7-0,0	عديــم اللـون	زجاجي	ازرق او رمادي	صودالیت Sodalite Nag(AlSiO ₄) ₆ Cl ₂

دول (۱۷)

ملاحظات	الثقل النوعي	المكسر	الانفصام	الصلادة	المخدش	البريق	اللون	المدن
تتميز بعسض أنسواع البلاجيوكليز (لابرادورايت) بخاصية تغيّر الألوان	٧,٧	غيرمستو	في اتجاهين	٦	عديــم اللـون	زجاجي	أبيض، رمادي أحيانا له صبغة خضراء، صفراء أو أحمر (نادرا)	ت انورئایت Albite NaAlSi ₃ O ₈ Anorthite CaAl ₂ Si ₂ O ₈
يمتاز بمرونة وشفافية صفائحية، يسمى الميكا البيضاء	Υ,Α	مرن	في اتجاه واحد	Y,0_Y	أبيض أو عديـم اللـون	زجاجي ـ لۇلۇي	عديم اللون أو أخضر فاتح	فایست Muscovite KAl ₃ Si ₃ O ₁₀ (OH
یمتاز عن المیکا البیضاء بلونه الداکن کها یسمی بالمیکا السوداء	٣,٢	مرن	في اتجاه واحد	4-4,0	عديـم اللـون	زجاجي ـ لۇلۇي	أسود إلى بني غامق	Biotite K(Mg,Fe) ₃ AlSi ₂ O ₁₀ (OH) ₂
يمتاز بلون غدشه، ينتج من التحلل الكيميائي لمدن الأولفين	۲,٦	محاري	لا يوجد	۲,۰	أبيض أو أخضر عشبي	دهني حريري أو قاتم	أخضر أو أسود غضر أو أخضر زيتوني	نيسن Serpentine Mg ₆ Si ₄ O ₁₀ (OH),
يمتاز بملمسه الصابوني وصلادته المنخفضة	۲,۸	محاري	جيد في اتجاه واحد	٠,	أبيض	لؤلؤي	أبيض، أخضر تفاحي رمادي أو ما يسمى بأخضر جبلي	Talc Mg ₃ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂
يوجـد بوفـرة فـي عــروق البيجـاتيت	۳,۲	غبر مستو الی محاري	لا يوجد	V, o _ Y	أبيض أو عديـم اللـون	زجاجي	أسود عادة أو أخضر أزرق أو أحمر	لیـــن Tourmaline NaMgFeAlLi silicate
يشكل معدنًا أساسيًا في الصخور القاعدية وخاصة الجابرو والبازلت	۳,۰	غيرمستو	جيد في اتجامين	٦_0	أبيض، أخضر أو بني فاتح	زجاجي	أخضر قائم إلى أسود	Augite (CaNa) (MgFeA (AlSi ₂)O ₆
يوجد في الصخور المتحولة والنارية القاعدية	٣,٣	غيرمستو	في اتجاهين	7_0,0	أبيض ـ أخضر فاتح	زجاجي قاتـم	أبيض إلى أخضر فاتح	ساید Diopside Ca(Mg)Si ₂ O ₆
من المعادن المهمة المكونة للصخور فوق القاعدية والمتحولة (الأمفيبولايت)	٣,٤	محاري	جيد في اتجاهين	٦-0	عديم اللون أبيض، أحيانا أخضر خفيف	زجاجي	أسود ـ أخضر قاتـم	الند Homblende complex NaCaMgFeAlOl silicate

العناصر وأهم خاماتها المعدنية

التركيب الكيميائي		العنصر وخاماته
AJ	Aluminum	١ ـ الألومنيــوم
Al_2O_3	Corundum	كورندم
Mix, Al ₂ O ₃	Bauxite	بوكسيت
AI (OH) ₃	Gibbsite	جبسايىت
Mg Al ₂ O ₄	Spinel	سبينسل
Na ₃ AIF ₆	Cryolite	كريوليىت
Cu Al ₆ (PO ₄) ₄ (OH)	₈ 4H ₂ O Turquoise	ترکواز (فیروز)
Li Al (PO ₄) F,OH)	Amblygonite	أمبلوجونيت
Sb	Antimony	٢ ـ الأنتمسون
Sb_2S_3	Stibnite	ستبنايت
As	Arsenic	٣ ـ الزرنيخ
As S	Realgar	ريلجار
As ₂ S ₃	Orpiment	أوربيمنـت
Ва	Barium	٤ ـ الباريوم
Ba SO ₄	Barite	بارايت
BaCO ₃	Witherite	ويذيرايت
Bi	Bismuth	a ـ البزموث
Ca	Calcium	٦ ـ الكالسيوم
Ca F ₂	Flourite	فلورايت
Ca CO ₃	Calcite	كالسيت
Ca CO ₃	Aragonite	اراجونيت
Ca ₅ (F,CI,OH) (PC	(4) ₃ Apatite	أباتيـت
Ca SO ₄	Anhydrite	أنهيدرايت
CaSO ₄ .2H ₂ O	Gypsum	جبس
c	Carbon	٧۔ الكربىون
С	Diamond	الماس

المسادن ۳

Co	Cobalt	٨ ـ الكوبالـــت
CoAsS	Cobaltite	ى. كوبالتيت
Co3 (AsO4)2 8H2O	Erythrite	ارثىرايت
Cu	Copper	٩ ـ التحـــاس
Cu,S	Chalcocite	كالكوسايت
Cu _s FeS ₄	Bornite	بورنيت
CuS	Covellite	.روء كوفيللايت
Cu FeS,	Chalcopyrite	كالكوبايرايت
Cu ₃ AsS ₄	Enargite	انوجيست
(CuFeZnAg) ₁₂ Sb ₄ S ₁₃	Tetrahedrite	تتراهيدرايت
Cu ₂ O	Cuprite	كوبرايست
Cu ₂ CO ₃ (OH) ₂	Malachite	ملاكايـت
$Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$	Azurite	أزورايست
Cu ₆ (Si ₆ O ₁₈). 6H ₂ O	Dioptase	دايوبتاس
CuSiO ₃ .2H ₂ O	Chrysocolla	كرسوكولا
4	C-14	- 19. 4 -
Au	Gold	٠١٠ الذهب
Au	Gold	الذهـب
Au (Au,Ag)Te ₂	Gold Calaverite	الذهــب كلافيرايـت
Au	Gold	الذهـب
Au (Au,Ag)Te ₂	Gold Calaverite	الذهــب كلافيرايـت
Au (Au,Ag)Te ₂	Gold Calaverite	الذهــب كلافيرايـت
Au (Au,Ag)Te ₂ (AuAg)Te ₂	Gold Calaverite Sylvanite	اللهــب كلافرايت سيلفانايت
Au (Au,Ag)Tc ₂ (AuAg)Tc ₂	Gold Calaverite Sylvanite	الدهب کلافیرایت سیلفانایت ۱۱- الحمد
Au (Au,Ag)Tc ₂ (AuAg)Tc ₂ Fe FeS ₂	Gold Calaverite Sylvanite Iron Pyrite	الذهب کلافرایت سیلفاتایت ۱۱۱ - الحدید بابرایت
Au (Au,Ag)Te ₂ (AuAg)Te ₂ (AuAg)Te ₂ Fe FeS ₂ FeS ₂	Gold Calaverite Sylvanite Iron Pyrite Marcasite	الذهب كلافرايت كلافرايت سيلفاتايت 11. الحديد بايرايت ماركاسايت
Au (Au,Ag)Tc ₂ (AuAg)Tc ₂ Fe FeS ₂ FeS ₂ FeAsS	Gold Calaverite Sylvanite Iron Pyrite Marcasite Arsenopyrite	الذهب کلافرایت سیلفانایت ۱۱۱ - الحمید بایرایت مازکاسایت آرزینوبایرایت
Au (Au,Ag)Tc ₂ (AuAg)Tc ₂ (AuAg)Tc ₂ Fe FeS ₂ FeS ₂ FeAsS Fe ₂ O ₃	Gold Calaverite Sylvanite Iron Pyrite Marcasite Arsenopyrite Hematite	الذهب كالأغراب كالأغراب الدائمة المائه الدائمة المائه الدائمة المائه المائهة
Au (Au,Ag)Te ₂ (AuAg)Te ₂ (AuAg)Te ₂ Fe FeS ₂ FeS ₂ FeAsS Fe ₂ O ₃ Fe ₃ O ₄	Gold Calaverite Sylvanite Iron Pyrite Marcasite Arsenopyrite Hematite Magnetite	الذهب کلافرایت سیلفانایت ۱۱- الحدید بایرایت مارکاسایت ارزینوبایرایت همیانایت
Au (Au,Ag)Te ₂ (AuAg)Te ₂ (AuAg)Te ₂ Fe FeS ₂ FeS ₅ FeAsS Fe ₂ O ₃ Fe ₃ O ₄ (FeZnMn) (FeMn) ₂ O ₄	Gold Calaverite Sylvanite Iron Pyrite Marcasite Arsenopyrite Hematite Magnetite Franklinite	الذهب كلافرايت كلافرايت سيلفانايت المسقود المستود الم
Au (Au,Ag)Te ₂ (AuAg)Te ₂ Fe FeS ₂ FeS ₅ FeAsS Fe ₂ O ₃ Fe ₂ O ₄ (FeZnMn)(FeMn) ₂ O ₄ FeCr ₂ O ₄	Gold Calaverite Sylvanite Iron Pyrite Marcasite Arsenopyrite Hematite Magnetite Franklinite Chromite	الذهب کلافیرایت سیلفانایت ۱۱۱ - الحملید بایرایت مازکاسایت آوزینوبایرایت همهاتایت ماجنتایت فرانکانیت کروبایت
Au (Au,Ag)Te ₂ (AuAg)Te ₂ (AuAg)Te ₂ Fe FeS ₂ FeS ₃ FeAsS Fe ₂ O ₃ Fe ₅ O ₄ (FeZnMn) (FeMn) ₂ O ₄ FeC ₅ O ₄ FeO.OH	Gold Calaverite Sylvanite Iron Pyrite Marcasite Arsenopyrite Hematite Magnetite Franklinite Chromite Goethite	الذهب كالافرايات كالافرايات المالية ا
Au (Au,Ag)Te ₂ (AuAg)Te ₂ (AuAg)Te ₃ Fe FeS ₂ FeS ₂ FeAsS Fe ₃ O ₃ Fe ₅ O ₄ (FeZmMn)(FeMn) ₂ O ₄ FeCO,OH FeO(OH),NH ₂ O	Gold Calaverite Sylvanite Iron Pyrite Marcasite Arsenopyrite Hematite Magnetite Franklinite Chromite Goethite Limonite	الذهب كالأفرايات كالافرايات المادية ا

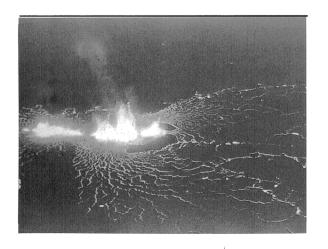
Pb		Le	ad	۱۲- الرصساص
	PbS		Galena	جاليسنا
	Pb ₄ FeSb ₆ S ₁₄		Jamesonite	جمسونايت
	PbCuSbS ₃		Bournonite	بورنونيت
	Pb ₅ Cl(PO ₄) ₃		Pyromorphite	بيرومورفايت
	Pb ₅ Cl (AsO ₄) ₃		Mimetite	ميميتايست
	Pb ₅ Cl (VO ₄) ₃		Vanadinite	فانادينيت
	PbCO ₃		Cerussite	سيروسايت
	PbSO ₄		Anglesite	أنجلسيت
Mg		M	agnesium	١٣_ المغنسيسوم
	Mg (OH) ₂		Brucite	بروسايست
	MgCO ₃		Magnesite	ماجنيزايت
	Mg ₃ B ₇ O ₁₃ Cl		Boracsite	بوراسايت
	CaMg (CO ₃) ₂		Dolomite	دولومايست
Mı		м	anganese	١٤ ـ المنجنيـــز
,,,,	MnO ₂		Pyrolusite	ببرولوسايت
	MnO (OH)		Manganite	منجانيت
	(BaH ₂ O) ₂ Mn ₅ O ₁₀		Psilomelane	بسيلوملين
				١٥- الزئيسق
Hg		м	ercury Cinnabar	سنيبار
	HgS		Cinnabar	J - ,
		M	olybdenum	١٦- الموليبدنيم
	MoS ₂		Molybdenite	موليبدنيت
	PbMoO ₄		Wulfenite	ولفينسيت
Ni		N	ickel	١٧_ النيكـــل
	NiS		Millerite	ملليرايت
	NiAs		Niccolite	نيكولايت
	(NiMg) SiO ₃ .nH ₂ O		Gamierite	جارنيرايت
Pt		P	atinum	۱۸- البلاتـين ۱۱ د
	Pt		Platinum	البلاتيس
Si		s	ilicon	١٩- السيليكون
	SiO ₂	-	Quartz	كوارتز
	SiO ₂ .nH ₂ O		Opal	أوبسال
	3.0 ₂ .m1 ₂ 0		•	

المسعيد

A	g	Silver	٢٠ الفضـــة	
	Ag ₂ S	Argentite	ارجنتيت	
	Ag ₃ SbS ₃	Pyrargyrite	بيرارجيرايت	
	Ag ₃ AsS ₃	Proustite	بروستايت	
	AgCl	Cerargyrite	سيرارجيرايت	
K		Potassium	٢١_ البوتاسيـوم	
	KCI	Sylvite	سلفيت	
N	a	Sodium	٢٢_ الصوديــوم	
	NaCl	Halite	هاليست	
	$\mathrm{Na_2B_4O_7.10H_2O}$	Borax	بوراكس	
Sı		Strontium	٢٣- الاسترونشيسم	
	SrSO ₄	Celestite	سلستيت	
	SrCO ₃	Strontianite	سترونتينيت	
S		Sulphur	۲۴_ الكبريست	
Sn		Tin	٢٥_ القصديسر	
	SnO ₂	Casseterite	كاستيرايت	
Ti		Titanium	d di un	
11	TiO ₂	Rutile	٢٦_ التيتانيـوم	
	_		روتيسل أوكتاهدو است	
	TiO ₂	Octahedrite		
	1102	Brookite	بروكايــت	
U		Uranium	٧٧_ اليورانيسوم	
٠	UO,UO,	Uraninite	۱۷ - اليورانينوم يورانينيت	
	U ₃ O ₈	Pitchblende	يوراسيت ىتشلنىد	
	0308	1 Kenbicite	بسبب	
z		Zinc	۲۸۔ البزنسات	
	ZnS	Sphalerite	سفالبرايت سفالبرايت	
	ZnO	Zincite	زنکیت	
	ZnCO ₃	Smithsonite	سمشونایت	

الفصل الثاني

الصنور Rocks



الصخور النارية • تصنيف الصخور النارية

0 الصخور الحمضية (الفلسية) 0 الصخور المتوسطة

0 الصخور القاعدية (المافية) الصخور الفوق القاعدية (الفوق المافية)

الصخور الرسوبية • تصنيف الصخور الرسوبية

الصخور الميكانيكية النشأة

· o الصخور الكيميائية النشأة

الصخور العضوية النشأة

الصخور المتحولة

• عمليات التحول

• أنواع التحول

• تصنيف الصخور المتحولة

0 الصخور المتحولة المتورقة

الصخور المتحولة غير المتورقة

الصخهر Rocks

تتكون القشرة الأرضية أو ما يعرف بالغلاف اليابس Lithosphere من أنواع مختلفة من الصخور. ويعرف الصخر عادة بأنه وحدة تركيب الأرض أو مادة طبيعية صلبة تتكون أساسًا من أكثر من معدن أو خليط معمدني؛ وإن كانت هناك صخور تتكون من معدن واحد، مثل الدولومايت. ويشترط في الصخر أن يكون جزءًا من القشرة الأرضية.

وفي العادة بتراوح عدد المعادن الكونة للصخر الواحد بين ٥ ـ ١٠ معادن. كيا أن هناك بعض الصخور التي تتكون من أصل عضوي، مثل الفحم أصل الفحم ، أو تلك المتكونة نتيجة تكدس بقايا هياكل الكائنات الحية . تصنف الصخور المكونة للغلاف اليابس وفقًا لطريقة نشأتها إلى ثلاثة أنواع رئيسة: (نارية ومتحولة ورسوبية) ويختلف كل نوع منها عن الآخر في طريقة تكوينها وظروف نشأتها .

أما الصخور الثانوية، فهي تلك التي تكون طريقة تكوينها عبارة عن عملية منظورة وتعطي صخورًا واضحة في المواد والكيفية التي تكونت بها فإنها تعرف باسم الصخور الرسوبية (الثانوية) Sedimentary rocks وهي تلك التي تكونت نتيجة للعمليات الميكانيكية أو الكيميائية أو العميائية أو العميائية العمين المؤتمة على العضوية المؤتمة المؤتمة أو مواصل الترسيب المختلفة بعد نقلها بواسطة عوامل النقل المختلفة (المياه - الجاليد - الرياح - فعل الجاذبية . الخ) في صورة مدرجة أو معلقة أو كمحاليل . ثم تتراسك المواد المترسية إما نتيجة

للثقل الناجم عن تراكم الكميات الهائلة من الرواسب بعضها فوق بعض، أو بفعل مواد لاحمة تلحم حباتها؛ وأحيانًا يتم التهاسك (التصلب) نتيجة ارتفاع الضغط والحرارة الناتجين عن الحركات الأرضية، مثل الحركات البانية للجبال.

والصخور المتحولة Metamorphic rocks هي أكثر الأنواع الصخورية غموضًا، لأنها ليست ذات أصل واحد ولا تتكون دائيًا على السطح ، ونظهر كنواتج للنفاعلات الكيميائية، أو لتأثير كل من الضغط والحرارة على الصخور الكونة للشرة الأرضية على أعماق بعينة عن السطح حيث يتعدم تأثير عوامل التعرية خلال فتر زمنية طويلة تتم خلالها إعادة تبلور يتعدم تثنير عوامل التعرية خلال فتر زمنية طويلة تتم خلالها إعادة تبلور عندما تتغير مام المصحر الأساسي (ناري أو رسويي) تغيرًا جزئيًا أو عندما تتغير معامل الصحر الأساسي (ناري أو رسويي) تغيرًا جزئيًا أو كليًا، وتكتسب صفات جديدة من حيث التركيب المعني Mineral . أو الشيج Chemical composition ، أو التركيب الكيميائي Chemical composition ، أو عمليات التحول Metamorphism .

مما سبق؛ يمكن تمييز أنواع الصخور الثلاثة الرئيسة بصفة أولية، فنقول في الصخور الرسوبية مايلي:

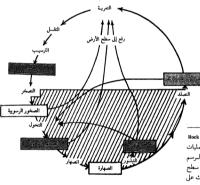
١ _ إنها توجد في القشرة الأرضية في هيئة طبقات.

٢ إنها تحتوي على بقايا حيوانات وأصداف متحجرة تسمى أحافير
 ٢ إنها تحتوي على بقايا حيوانات وأصداف متحجرة تسمى أحافير

٣ ـ إنها غير واضحة التبلور.

أما في الصخور النارية فتنعدم خاصية التطابق ووجود الأحافير؛ وإذا وجدت أحافير في الصخور المتحولة فتكون مشوهة أو تتحول تاركة أثنارًا تدل على سابق وجودها. كما نلاحظ كذلك أن الصخور النارية توجد في حالة متبلورة، ويندر وجودها في الصخور الرسوبية، كما توجد على هيشة كتل ومتدخلات لا طبقية Non stratified intrusion. أما الصخور المتحولة، فتمتاز بأن مكوناتها المتبلورة (البلورات) تترتب في نظام صفائحي لتلاثم بذلك الضغوط الجديدة التي أثرت عليها. الصخبور المح

والصخور بوجه عام لها في الطبيعة دورة تعرف باسم الدورة الصخرية Rock cycle أو دورة التغير أو التحول؛ فبواسطة العمليات الباطنية والسطحية المختلفة المؤثرة على القشرة الأرضية قد تقترب الصخور العميقة الأولية من سطح الأرض وتتعسرى وتفتت إلى مواد تنقل غالبيتها إلى البحر في هيئة عاليل ومعلقات صلبة حيث تترسب؛ وتتصلب لتصبح بعد ذلك صخرًا رسوبيًا.



شكل رقم (٥). الدورة الصخرية Rock cycle راتحاليات في الجنوء المخطط من الرسم تحدث عادة تحت سطح الأرض، بينا البقية تحدث على السطح أو بالقرب منه (عن: (Dietrich, 1983)

وتتغير هذه الصخور الرسوية عادة نتيجة لثقل الرواسب الصخرية التي تتجمع فوقها، أو نتيجة لارتفاع درجة الحرارة نظرًا للمعن الذي أصبحت توجد فيه، أو بواسطة الأبخرة والغازات الناتجة عن صخور نارية لاحقة وقريبة تتغير إلى صخور صفائحية ومتبلورة أكثر تماسكا تسمى بالصخور المتحولة؛ وتتكرر هذه الدورة إلى ما لا نهاية. وكثيرًا ما يقال إن الدورة الصخرية عبارة عن مرحلتين: الأولى هدم، والثانية سناء.

العنخور النارية Igneous Rocks

هي عبارة عن صخور كتلية Massive كل طبقية Non-stratified ميلورة بصفة عامة نشأت نتيجة التبريد والتجمد أو التصلب الحاصل لمواد منصهرة تعرف بالقطر (للجيا Magma)، ومنها الحصم اللابة (اللافا Lava) التي تصعد إلى السطح من باطن الأرض ويمكن مشاهدتها. وتحدث عملية التصلد مع التبريد على السطح أو بعيدًا عن السطح.

وتمتاز الصخور النارية عمومًا بأنها متبلورة أو زجاجية وخالية مما يسمى بالأحـافير؛ وهمى شديدة الصلابة، عديمة المسام، ومتياسكة، وتوجد في هيئة كتل Masses أو متداخلات كبيرة في صخور أقدم أو قواطع صغرة Dykes (جلد)، وسدود Sills.

> تصنيف الصخور النارية Classification of Igneous Rocks

هنـاك عدة طرق لتصنيف الصخـور النارية يعتمد كل منها على صفات أو خصائص معينة . أهمها مايلي :

Mode of occurrence (مكان التصلب) ما Mode of occurrence

۳ - التركيب الكيميائي Chemical composition

Mineral composition \$2 - التركيب المعدني

o_اللـون Colour

۱ ـ كيفية الوجود (مكان التصلب) Mode of Occurrence

تتبلور بعض الصخور النارية تحت سطح الأرض في أثناء صعود القطر (المجا) عبر الفجوات والشقوق حيث يخف الضغط، وتتصلب لتكون صخورًا جوفية (متدخلة) Intrusive rocks ؛ وهذه تنقسم بدورها إلى نوعين:

ا) الصخور الجوفية (سحيقة ـ بلوتونية) eputonic or deep (المحتونية) : seated rocks الخشن : seated rocks الخبيات Phaneric coarse grained وهي توجد في هيئة كتل ومتداخلات.

ب) الصخور تحت السطحية (فوق جوفية) Hypabyssal rocks :
 وتتميز بأنها ذات حبيبات دقيقة يمكن تميزها بالعين المجردة، ولا تحتوي على زجاج Glass ، ويسود فيها النسيج البورفيري (السهاقي)
 Porphyritic texture . وهي توجد في هيئة قواطم أو سدود.

ب-) الصخور البركانية (السطحية) Volcanic or Surface Rocks (قيم البركانية (السطحية) أما الصخور التي تتكون نتيجة لتصلب اللابة Lava على سطح الأرض، فهي تتميز بأنها ذات نسيج دقيق التحب Fine grained عالبًا أو زجاجي Glassy ، وقد يظهر بها أحيانًا النسيج البروفيري Porphyritic texture .
وتعرف بأنها صخر متخرجة Extrusive

۲ ـ النسيج Texture

في الفقرة السابقة، أشرنا إلى بعض أنواع الأنسجة التي قد تتميز بها بعض أنواع الصخور النارية دون توضيح لنوعية تلك الأنسجة. ويقصد بالنسيج الحجم النسبي لبلورات المعادن المكونة للصخر، شكلها وعلاقتها وطريقة ترتيبها، أي في عبارة أخرى العلاقة الشكلية والهندسية المتبادلة بين المكونات المعدنية والمادة الزجاجية في صخر مكون من جموعة معادن متناسقة. ويعتمد النسيج عمومًا على مكان تبريد الصهير وطريقته ومعدله. ويمكن أن نقسم الصخور النارية من حيث النسيج إلى نوعين هما:

ا) صخور متبلورة Crystalline rocks

ب) صخور ذات نسيج فتاتي Clastic rocks

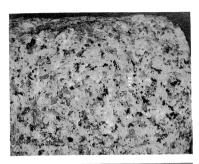
الصخور المتبلورة

 ا نسيج خشن (كبسير) الحبيسات Phaneric texture : تمتاز الصخور الموضحة لهذا النسيج بأن بلورات معادنها نتجت عن التبريد البطىء، لذا نجدها كبيرة منتظمة التوزيع متساوية الحجم، ويمكن رؤيتها بالعين المجردة.

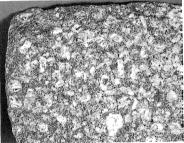
Porphyritic Phaneric (ورفيري السبح خشن الحبيبات (بورفيري) السبح بأنها تحتوي على نوعين على نوعين من البلورات مختلفين في الحجم وزمن التبلور، ويمكن رؤيتها بالعين المجردة. وتكرّن الصغرى منها أرضية الصخر Groundmass وتحيط البلورات الأكبر حجها والتي تسمى بالبلورات الظاهرة (فيتوكريست (Phenocryst).

ج.) نسيج دقيق الحبيبات Aphanitic texture : نلاحظ في هذا النحو من الأنسجة أن جمع بلورات المعادن المكونة للعينة الصخرية صغيرة في الحجرة، بل بالعدسة المكرة.

٦٤



نسيج كبير الحبيبات Nondadori, 1983)



نسيج كبير الحبيبات (بورفيري) Nondadori, 1983)

- د) نسيج دقيق الحبيبات «بورفيري» Porphyritic aphaniric
 نلاحظ في هذا النوع من الأنسجة وجود بلورات الفينوكرست عاطة بأرضية مكونة بالكامل من بلورات دقيقة جدًّا يمكن رؤيتها بالعدسة المكبرة أو المجهر.
- هـ) نسيج زجاجي Vitreous texture : وهذا النسيج يشبه إلى حد
 كبير الزجاج العادي ، أي لا يمكن مشاهدة أي بلورات فيه حتى ولو
 استخدم المجهر، وقد تكون نتيجة للتبريد السريع جدًّا ، وهو نسيج عميز
 للصخود البركانية مثل الأويسيديان Obsidian ، والزجاج البركاني الذي

غالبًا ما يكون مليئًا بالفجوات (الفراغات) نتيجة لهروب الغازات منه منتجًا بذلك نسيجًا إسفنجيًّا مثل الأسكوريا Scoria وحجر الخفاف .Pumice

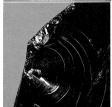
و) نسيج زجاجي بورفيري (فتروفيري) Vitrophyric texture : في هذا النوع من الأنسجة، نلاحظ أن بلورات الفينوكرست تكون محاطة.

- نسيج دقيق الحبيبات (Mondadori, 1983)
- بالكامل بأرضية غير متبلورة. ز) نسيج فلسوفيري Phelsophyric texture : في هذا النوع من الأنسجة ، نلاحظ أن بلورات الفينوكرست محاطة بأرضية مستترة أوخفيّة التبلور Cryptocrystalline يمكن تميزها فقط في هيئة تجمعات وذلك باستخدام المجهر.

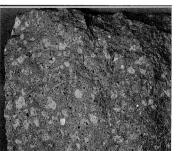


صخور فتاتية

نسيج فتاتي Clastic or Fragmental Texture : في هذا النوع من الأنسجة، نلاحظ تلاصق القطع الصخرية المتنوعة الأشكال بعضها بالبعض الآخر والتي نتجت عن البركان، وهذه تكوّن أساسًا الصخور البركانية الفتاتية Pyroclastic rocks والرماد والزجاج البركاني المصاحب للانفجار، ويتم التلاصق بفعل الحرارة والضغط، أو بفعل المواد الكيميائية الصاعدة.



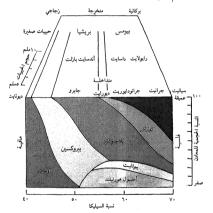
نسيج زجاجي (Mondadori, 1983) نسيج دقيق الحبيبات (بورفيري) (Mondadori, 1983)



نسيج فلسوفيري (Mondadori, 1983)



٣ ـ التركيب الكيميائي لقد قسمت الصخور التارية حسب محتواها من السيليكا (SiO₂) إلى Chemical Composition



شكل رقم (٦). توريع المعادن الأساسية في الصخور النارية (عن: Press & Siever, 1986)

٦٧

ا) صخرر فوق قاعــدية (فــوق مافـية) مافـية (السود Ultrabasic rocks) : تتميز هذه الأنواع من الصخور بالألوان الفاقة (أسود يبني - أخضر قاتم) وذلك بسبب ننرة المادن الفاقة فيها واحترائها على نسبة عالية جدًّا من معادن الحديد والمغنسيوم نظرًا لتبلورها في درجات الحرارة العالية ، كما أنها فقيرة جدًّا في السيليكا (أقل من ٢٤٪)؛ ومن Peridotite والمريدونايت Peridotite.

 ب) صخور قاعدية Basicrocks : تتميز هذه الأنواع من الصخور بالألوان الغامقة (بني _ أخضر داكن) نظرًا لزيادة نسبة معادن الحديد والمغنسيوم فيها، كما أنها تتبلور في درجات حرارة عالية، وتتراوح نسبة السيليكا فيها ما بين (٢٣٪ - ٥٣٪)؛ ومن امثلتها صخر الجابرو Gabbro والمازلت Gabbro.

ج.) صخور متوسطة Intermediate rocks الأنواع من الصخور بالألوان الفائحة نوعًا ما (الرمادي والأخضر الفاتح) مع قلة نسبة كل من نسبية في معادن الحديد ومغنسيوم مصحوبة بزيادة في نسبة كل من المعادن الفائحة والسيليكا؛ وهي تحتوي على نسبة من السيليكا تتراوح ما يين (٥٣ / ـ - ١٨٥)؛ ومن أمثلتها صخور الأنديزايت Andesite يون أمثلتها صخور الأنديزايت Diorite ، والديورايت Diorite .

 د) صخور حضية Acidic rocks : تسميز هذه الأنواع من الصخور بالألوان الفاعة نظرًا لأن المعادن التي تكونها مشبعة بالسيليكا، كما يوجد بها معدن الكوارتز (GiOz) بشكل ملحوظ، وتتراوح نسبة السيليكا فيها ما بين (7.0 / - 7.0//)، ومن أمثلتها صخور الجرانيت Granite والرايولايت Rhyolite.

4 - التركيب المعدني Mineral Composition

ما لاشك فيه أن المكونات المعدنية للصخر تلعب دورًا رئيسًا في تحديد هوية الصخر. وعليه فإننا نجد أن المعادن المكونة للصخور النارية تنقسم إلى قسمين رئيسين:

ا) المدادن الأساسية Essential minerals : وهي المعادن التي تتوقف عليها صفات الصخر وخصائصه واسمه، وهي تكون حوالي ٥٨٪ من تركيبه، كيا أن تعدد أنواع الصخور الثارية هو نتيجة حتمية لاختسلاف نسب هذه المعادن مثل الكوارتز والفسلبارات القاوية والبلاجيوكليز والميكا والأمفيولايت والبروكسينات والأوليفينات، ونادرًا أشباه الفلسبارات.

ب) المعادن الإضافية Accessory minerals. وهي غالبا ما توجد بانواع متفاوتة ولكن بكميات ضئيلة عموما وليس لها أي تأثير على صفات الصخر أو اسمه، ولكن ترجع أهميتها إلى أنها تلقي الضوء على الأحوال الفيزيوكيميائية التي كانت سائلة عند تبلور الصهارة. فمثلا يشير وجود كميات ملحوظة من معدن التورمالين في الصخر إلى وجود البورن في الصهارة بكميات ملموسة، كما يشير وجود معدن الفلورايت إلى وفرة الفلورين.

وعا يجب الإشارة إليه أن وجود أي معدن أساسي في صخر ما لا يعني بالضرورة أنه معدن أساسي في صخر آخر، فالكوارتز والاورثوكليز مشلا يعتبران أساسيين في صخر الجرانيت، لكن الكوارتز إضافي في الديورايت، بينما الأورثوكليز إضافي في صخر الجابرو.

ه ـ اللــون Colour

يمكننا القول إن لون الصخر الناري يختلف تبعا لنوعية تركيبه الكيميائي والمعدني، فالمعادن الغنية بالسيليكا عادة ما تكون فاتحة اللون ويطلق عليها (فلسية Felsic)، في حين أن المعادن الفقيرة في السيليكا تكون قاتمة اللون، وتسمى (مافية Mafic)؛ وبناء عليه أمكن تقسيم الصخور النارية إلى الأنواع التالية:

جدول رقم (۱۸)

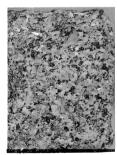
نسبة المعادن القاعمة //	الصخـــور	نــوع
۳۰_۰	Salic-leucocratic rocks	١ ـ صخور فاتحة اللون
74.	Intermediate - mesocratic rocks	٢ ـ صخور متوسطة اللون
٩٠_٦٠	Mafic-melanocratic rocks	٣_صخور قاتمة اللون
100-90	Ultramafic-hypermelanic rocks	 عخور فوق قاقة اللون

ويصفة عامة عند دراسة أي عينة من الصخور النارية ووصفها، نأخذ في الاعتبار العوامل التالية: لون العينة _ حجم البلورات _ شكل البلورات _ نوع النسيج _ الـتركيب المعدني . وفيها يلي نستعرض وصفًا لبعض الأنواع الرئيسة من الصخور النارية:

وصف بعض الصخور النارية Description of Igneous Rocks



رابولابت (Mondadori, 1983)



ومن أمثلتها الجرانيت والرايولايت والأوبسيديان وحجر الخفاف. 1) الجرانيت Granite: وهو صخر جوفي ـ حمضي ـ فاتح اللون ـ

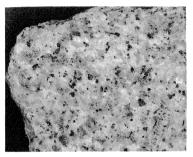
اً) الجرانيت Granite:وهو صخر جوفي ـ همضي ـ فاتي خشن الحبيبات، يتكون من المعادن الأساسية التالية:

كوارتز - فلسبارسوتاسي - (أرثوكليز أو ميكروكلين) - بالاجوكيز صودي (البابت وأحياناً أوليجوكلين) - ميكا (بيوتايت أو مسكوفايت)؛ وقد يوجد فيه معدن الهوزيلند ولكن بنسبة أقل من المعادن السابقة؛ كيا قد يجتوي على بعض من المعادن الإضافية التالية: أباتيت - زيركون (زرقون) - ماجينيات - سغين، ويتميز الصحة وبالنسيج الحشن، وقد يكون كبير الحبيبات أو دقيقا، ولكن حبيباته دائاً واضحة التبلود. يكون معدن الكوارتز في بعض الأحيان رمادي اللون ويوجد على هيئة كتل مستديرة وغير منتظمة تمال المسافات البينية لبلورات المعادن الأخرى، أما الفلسبارات، فقد تظهر بالوان وردية إلى حراء وأحياناً سضاء.

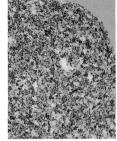
ب) الرايولايت Rhyolite؛ وهو صخر بركاي _ هفي _ ذو تركيب معدني شبيه بتركيب الجرانيت، ولكنه يختلف عنه في النسيج، فهو ذو حيبيات دقيقة لا ترى بالعين المجردة، أو زجاجي أو يووفيري. ويلاحظ فيه تجمع معادن الفلسبار وظهورها في هيئة كتلة واحدة، في حين تنتشر من حوفا حيبيات الكوارنز والبيونايت. لونه فاتح، أو أبيض أو رمادي، وله ظلال من المان الأحر.

 إلأوبسيديان Obsidian : وهو صخر كتلي ـ بركاني ـ زجاجي النسيج ـ يتراوح لوفه من البني إلى الأسود نتيجة لوجود رقبائق من الماجنيتايت ومعادن سيليكات الحديد ومغنسيوم ، كها أن معظم أنواع الأوبسيديان غنية بالسيليكا، وتركيبها الكيميائي يشبه تركيب كل من الجرانيت والرايولايت .

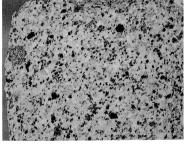
 د) حجر الخفاف Pumice : وهو صخر بركاني - رايوليتي يشبه رغوة متحجرة _ مسامي _ خفيف الوزن وأسفنجي النسيج لونه فاتح ،
 رمادي إلى داكن . ٧ الجيولوجيا الفيزيائية



جرانیت (Mondadori, 1983)



ديورايت (Mondaderi, 1983)



جرانوديورايت (Mondadori, 1983)



ديونايت (Mondadori, 1983)

y _ الصيخور المتوسطة Intermediate rocks

ومن أمثلتها الدايورايت والأنديسايت.

ا) الدايورايت Diorite : وهو صخر جوفي - خشن الحبيبات - ذو لون انتقالي بين الفاتح والغامق ، مكوناته تقع بين الجرانيت والجابروه ومن أهم المحادن الداخلة في تركيبه الهورنبلند والبيروكسين، في حين توجد به نسبة عالية من البلاجوكليز الصودي والكلسي ، بينها تقل به نسبة الفلسبار البوتامي ، وغالبًا ينعدم فيه وجود الكوارنز؛ ونظرًا لكثرة للعادن المعتمة فيه ، فإن لونه يميل إلى الرمادي الفاتح .

ب) الأنديسايت Andesite : وهو صخر بركاني - متوسط يشبه المدايورايت في تركيبه الكيميائي والمعدني، رغم قلة الكوارتز فيه، ذو نسيج دقيق الحبيسات جدًّا، مصادنه الملونة تتمشل في الأرجايت والهورنبائد؛ لونه رمادي إلى أسود، وهو أكثر انتشارًا من الرابولايت وأقل من المازلت.

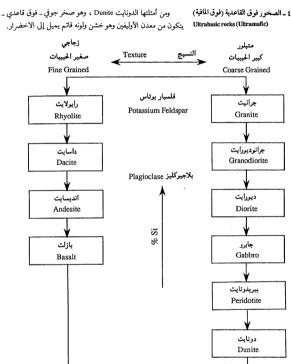
> " .. الصخور القاعدية (المافية) Basic (mafic) rocks

ومن أمثلتها الجابرو والبازلت.

ا) الجابرو Gabbro : وهـو صخر جوفي ـ قاعـدي ـ خشن الحبيـات ـ يتكـون أساسًا من المعادن الغنية بالحديد ومغنسيوم، مثل الأوجـايت والأوليفـين وكمية لا بأس بها من الهورنبلند، وكذا معادن البـلاجوكليز الكلسي، وأحيانًا الكوارتز ولكن بكميات ضئيلة جدًّا أو معدومة، ولونه يتراوح من الومادي الداكن إلى الأسود المخضر.

ب) البازلت Basal : وهو صخر سطحي ـ قاعدي ـ لونه قاتم إلى
 رمادي غامق نظير صخر الجابرو في تركيبه، ويتكون من المعادن
 الأساسية التالية :

بلاجيوكليز (لابرادورايت - وبايتونايت)، بروكسينات (أوجايت -دايوسايد - وأنستاتيت ومايريرين)، أوليفين وأمفيول علاوة على احتوائه على الماجينيايت كمعدن إضافي . ويتميز البازلت بنسيج دقيق الحبيبات أوبورفيري دقيق حيث توجد البلورات الواضحة على أرضية مستترة التبلور أو زجاجية، وأحيانًا يحتري على فجوات نتيجة لهروب الغازات المحبوسة في الطفوح قبل تصلبها، وقلاً تلك الفجوات فيا بعد بمعادن ثانوية لتكون ما يسمى بالنسيج اللوزي Amygdaloidal



شكل رقم (١٩). تصنيف الصخور النارية على أساس النسيج

Sedimentary Rocks

الصخور الرسوبية وهي مجموعة من الصخور التي تكونت نتيجة تفتت وتكسير صخور سابقة [نارية كانت أو متحولة أو رسوبية] وذلك بفعل عوامل التعرية المختلفة Weathering agents أو نتيجة لتجمع بعض المواد التي خلفتها أو أفرزتها حيوانات أو نباتات؛ وقد تم ترسيب المواد الناتجة عن التعرية تحت ظروف عادية من الضغط والحرارة في مكان التفتت نفسه ، أو بعد نقلها إلى مكان آخر بعوامل النقل المختلفة، كالماء الجاري أو الرياح أو

وبعد عملية الترسيب، تتصخر هذه الرواسب، أي تتاسك وتتصلد مكوناتها المختلفة نتيجة للضغط الواقع عليها من الرسوبيات التي تتجمع فوقها؛ وقد تتاسك بواسطة مادة لاحمة Cementing material تكون عادة كربونات الكالسيوم أو السيليكا أو أكاسيد الحديد؛ وتعرف هذه الصخور باسم الصخور الطبقية Stratified rocks (أو الصخور الثانوية Secondary rocks) لأنها توجد في هيئة طبقات Strata تتفاوت في السمك من ملليمترات إلى مئات الأمتار؟ وإذا زاد السمك عن ١سم، سميت طبقة؛ وإذا قل عن ذلك سميت رقيقة أو صفيحة Lamina. كما أن هناك أنواعًا من هذه الصخور بلا طبقات، مثل رواسب المثالج (المجامد) Glaciers ورواسب الرياح التي لا تكون طبقاتها وإضحة تمامًا أو تكون طبقاتها كاذبة، ويعزى سبب وجود معظم الصخور الرسوبية في طبقات مختلفة التركيب أو اللون أو السمك إلى التوقف المؤقت في الترسيب، أو إلى تغيير الظروف الفيز يوكيميائية في بيئة الترسيب.

ومن أهم عميزات الصخور الرسوبية كذلك احتواؤها على الأحافر، واستدارة حبيباتها عند انتقالها مسافات كبرة قبل ترسيبها وتصلدها؛ كما أنها غالبا لا تتكون من معادن واضحة التبلور، ولها عموما أهمية اقتصادية كبيرة نظرًا لتكوين كثير من المعادن الخام فيها، علاوة على كثرة وجود مسام وفجوات بها تسمح باستضافة الغازات أو الماء أو البترول فيها.

التركيب المعدني Mineral Composition

التركيب المعدني للصخور الرسوبية عادة محدود ويتوقف على نوعية صخور المصدر ونواتج عملية التجوية فيها والتي تعطى بدورها ثلاثة أنواع من المواد التي تصبح فيها بعد صخورًا رسوبية وهي : الكيميائية كافة.

في الصخر الأصلى.

١ ـ النواتج الأولية الثابتة

Survival products

٢ ـ نواتج التحلل الثانوية Alteration products

٣ ـ النواتج المذابسة Dissolved products

وهي المعادن التي قد تنشأ بعد الترسيب نتيجة لتبخر المحاليل أو تفاعلها بين الحبيبات. وعمومًا، يمكن القول إن الصخور الرسوبية عبارة عن مزيج أو خليط من عدة معادن أمكن التعرف حتى الآن على ما يقرب من ١٥٠ معدنًا منها، إلا أن معظمها نادر الوجود. وهناك عشرون معدنًا فقط تكوّن حوالي ٩٩٪ من مكونات الصخور الرسوبية.

وتشمل المعادن والحبيبات والكسرات الصخرية المقاومة للتجوية

وهي عبارة عن المعادن الجديدة التي تنشأ نتيجة للتغيرات الكيميائية

والجدول رقم (٢٠) يوضح بعض المعادن الشائعة في هذه الصخور حسب كثرتها النسبية.

جدول رقم (٢٠). قائمة بأكشر المعادن شيوعًا مرتبة حسب كثرتها النسبية في الصخور الرسوبية

أقل من ١٪ من الصخر	أقل من ١٠٪	أكثر من ١٠٪ من الصخر	المادن
(معادن إضافية)	من الصخر	من الصحر	
أكاسيد حديد	شيرت فتاتي	کوارتز Quartz	معادن
Iron oxides	Detrital Chert	معادن طينية	فتاتية
زيركون Zircon	ميكاخشنة الحبيبات	Clay, Minerals	Detrital
تورمالين Tourmaline	Coarse grained mica	ميكا دقيقة الحبيبات	Minerals
إبيدوت Epidote		Fine grained mica	
جارنـت Garnet			
هورنبلند Hornblende			
أنانيا Anatase	شيرت Chert	كالسيت Calcite	معادن
	كوارتز ثانوي	دولومایت Dolomite	كيميائية
	Secondary quartz	İ	Chemical
	جبس Gypsum		Minerals

ومن الملاحظ أن الجزء الأكبر من الصخور الرسوبية الفتاتية Clastic تتنف المتحدث المستوبة المتحدث الترسيب
بواسطة عوامل النقل الميكانيكية المختلفة، وتسمى هذه بالمعادن الفتاتية
Non-detrital ... أخام المعادن الكيميائية أو غير الفتاتية Non-detrital ...
فاضها تتنج عادة من مواد مذابة ترسبت في أحواض الترسيب
بالطرق الكيميائية أو السوكيميائية.

ويرجع التباين في أنواع الصخور الرسوبية إلى اختلاف نسب الامتزاج بين المجموعتين المدنيتين السابقتين، كما يتوقف الفتات في أي راسب على نوع صخر المصدر ودرجة تجويته وعامل النقل، والمسافة التي انتقاها في حين يعتمد تكوين الجؤء غير الفتائي (الكيميائي) على نوعية العمليات الطبيعية والكيميائية التي تحدث في مكان الترسيب.

تصنيف الصخور الرسوبية Classification of Sedimentary Rocks

من الصحوبة بمكان تصنيف الصخور الرسوبية جيمها اعتهادًا على خاصية معينة فيها، فمثلاً تصنيف الصخور الفتاتية Detrital rocks على أساس أحجام حبيباتها أو نسيجها أو تركيبها المعدني لا نجد له فائدة تذكر عند التطبيق على الصخور الرسوبية الكيميائية.

فاي محاولة لوضع خطة تصنيفية واحدة تنطبق على الرواسب كافة ستقابل بالعديد من الصعوبات نظرًا لطبيعة المواد الرسوبية المتعددة التكوين. وعليه فقد ظل موضوع تصنيف الصخور الرسوبية وتسميتها من المشكملات الرئيسة التي واجهت المختصين في هذا المجال، وقد افترحت عدة طرق مختلفة من التصنيفات أهمها مايل:

 التصنيف الوصفي Descriptive classification وهو يعتمد على خصائص أنسجة الرواسب أو على التركيب الكيميائي أو المعدني.

ل ـ التصنيف على أساس النشأة Genetic classification
 وهو يعتمد على عواصل النقل المختلفة أو على نوعية عمليات
 الترسيب أو بيثات الترسيب.

ومن أهم طرق التصنيف تلك التي قسمت الصخور الرسوبية تبعًا لطريقة تكوينها إلى ثلاثة أنواع رئيسة هي :

- ا) صخور میکانیکیة النشأة (فتاتیة) Mechanically formed rocks (clastic)
 - . _) صخور كيميائية النشأة Chemically formed rocks ج_) صخور عضوية النشأة Organically formed rocks

أولاً: الصخور الميكانيكية النشأة

هي عبارة عن مجموعة من الصخور تتكون من الحبيبات المعدنية Mechanically Formed Rocks والكسر الصخرية Minerals grains and rock fragments الناتجة عن تفتيت صخور سابقة بفعل عوامل التعرية، ثم نقلت ميكانيكيًّا إلى حوض الترسيب (بفعل الرياح أو المياه أو المثالج أو الجاذبية الأرضية)، وهناك تصلدت دون أن يطرأ عليها تغير كيميائي كبير حيث رسبت بطريقة آلية ثم تماسكت فيها بعد.

حدول رقم (٢١). الحبيبات الرسوبية والصخور الرسوبية المناظرة لها

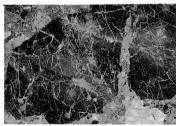
الحجم/ملم	أو الحبيبات	اسم الفتيتة	رسوبيات	اسم ال	اسم الصخور	
أصغر من ٢٥٦	Clay	حبة طين	Clay	طيسن	جرطيني أوطفل	-
17 - 1707	Silt	حبة غرين	Silt	غرين	Claystone or shale Siltstone جرغريني	<u>~</u>
4- 17	Sand	حبة رمل		رمل	جررملي Sandstone	-
1-3	Granule	حبيبة	Gravel		ونجلوميرات أو بريشيا	ک
71-1	Pebble	حصي	Gravel		Conglomerate or	
Y07_71	Cobble	زلط	Gravel		Breccia	
أكبر من ٢٥٦	Boulder	جلمود	Gravel			
	1				l	

وعلى أساس حجم الفتيتات أو الحبيبات وشكلها، إن كانت زاوية Angular ، أو مستديرة Rounded ، يمكن تصنيف الحبيات إلى ثلاثة أنواع رئيسة هي:

- ١ كبيرة الحبيبات Coarse grained : وتوجد في جميع الصخور التي يزيد قطر حبيباتها على ٢ملم ومن أمثلتها: صخر الكونجلوميرات (القف) بأنواعه Conglomerate ويلاحظ أن فتاته مستدير الحواف Rounded ، وصخر البريشيا Breccia بأنواعها ، وفيها نجد للفتات حواف زاويّة Angular.
- Y _ متوسطة الحبيبات Medium grained : وتوجد في جميع الصخور الرسوبية التي يتراوح قطر فتيتاتها ما بين ٢ملم إلى بـ ملم، مثل

VV Iba-in-

الحجر الرملي، أما تلك الصخور التي يتكون معظمها من حبيبات الكوارتيز المستديرة الحواف أو الملتحمة بعضها ببعض بواسطة كربونات الكالسيوم أو السيليكا أو أكاميد الحديد، فتسمى على التوافي المحجر الرملي السيليسي والحجر الرملي السيليسي والمحجر الرملي المطابقين والمحجر الرملي المسخر زويا حادة، فيسمى الصخر حجر الطاحون Grit وفي حالة تكون غالبية الصخر من الصخر حجر الطاحون Grit تكون غالبية الصخر مبيبات السيليكا والفلسبار الزاوية والملتحمة بهادة سيلسبية يسمى الصخر عمادة محادة الكوارتيز والفلسبار على أرضية من معادان الحديد والمغتسيوم (ميكا مورنبلنا)، فإن الصخر يسمى حينتذا الجرايواك Graywacke.

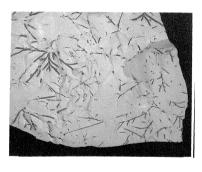


صخور ميكانيكية النشأة (كبيرة الحبيبات) (Mondadori, 1983)



صخور ميكانيكية النشأة (متوسطة الحبيبات) (Mondadori, 1983)

٣_ دقيقة الحبيبات Fine grained: وتتكون صخورها من فتيتات دقيقة لا يزيد حجم حياتها على به ملم، مثل صخر المارل (الغضار) Marl وبه نسبة عالية من الجير والصلصال والطين الذي يحتوي على قليل من الماء (٥٥/)، ويعطي رائحة طينية عندما يبلل بالماء أو يتم التنفس عليه. وعند وجود الحبيبات الصلصالية الدقيقة منتظمة وفي هيئة رقائق متراصة بعضها فوق بعض مكونة بذلك صفائح يمكن فصلها، مسمى الصخر وحالاً أو حجرًا طيئيًا Shale. وإذا انعدمت فيه صفة التصفح سمى الصخر وحالاً أو حجرًا طيئيًا Mud stone.



صخور ميكانيكية النشأة (دقيقة الحبيبات) (Mondadori, 1983)

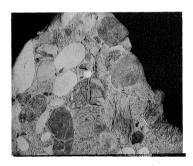
وعند القيام بوصف أي صخر ميكانيكي النشأة (فتاتي) يجب علينا معالجة الآتي:

- ١ _ حجم الحبيبات (يذكر قطر الحبيبات بالتقريب).
- ٢ _ شكل الحبيبات (مستديرة _ زاوية _ تحت زاوية . . الخ).
 - ٣ ـ درجة الفصل (جيدة ـ رديئة).
 - ٤ ـ التركيب المعدني
 - ٥ المادة اللاحمة (كلسية سيليسية . . . الخ).
 - ٦ _ نوعية البنية الموجودة (متصفح أو كتلي. . الخ).
 - ٧_ محاولة التعرف على الصخر المصدر إذا أمكن.
 - ٨ ـ الاسم المقترح للصخر.

معاشور

وفيها يلي وصف لبعض هذه الصخور:

- الكونجلومبرات Conglomerate : يتكون هذا الصخر من قطع صخرية ختلفة الأصل والتركيب المعدني، حبيباتها مستديرة الحواف ويزيد قطرها على ٢ ملم، وتتراسك هذه القطع (حصباء حصى - رمل خشن فيها بينها بواسطة مواد لاحمة سيليسية _ كلسية أو حديدية.
- حجر الرمل Sand stone : ويتكون هذا الصخر من حبيبات يتراقع قطرها ما يين (٢ ٢) ملم ولها حواف مستديرة أو تحت زاوية . أما مكوناته الملدنية فهي الكوارتز مع نسب بسيطة من كل من الفلسيار البوتامي والبلاجوكليز وسب ضيلة جدًا من الزيركون والتورمالين البوتامي والمرزبلند وبعض صفائح الميكا، إلا أننا نلاحظ أن الكوارتز هو المعدن المكون لمعضوم مناتح الميكا، إلا أننا نلاحظ أن الكوارتز هو المعدن المكون لمعضوم من نواتج تعربة وتكسير وتفتيت الصخور الكارة النوية وكسير وتفتيت الصخور الكارة الغيرة وتكسير وتفتيت الصخور الكارة الغيرة وتكسير وتفتيت الصخور الكارة الغيرة وتكسير وتفتيت الصخور الكارة العديدة .
- حجر الوحل (الطين) Mud stone (وهو عبارة عن صخر يتكون من صخر يتكون من صجر المدانية صلصالية من حبيبات دقيقة لا يزيد قطرها على (٢٠) ملم، ومكوناته المدانية صلصالية مع الكوارتز، علاوة على الميكا والمعادن الطينية . ويتكون هذا الصخر نتيجة لفقدان المله وتصلد الوحل؛ وقد يحتوي الصحر على بقايا عضوية أو نباتية متضحمة وذلك مما يضفي عليه الألوان القاقة والسوداء . أما في حالة احتوائه على أكاسيد الحديد والمتجبز، فإنه يظهر باللون الأحر أو الأصفر أو الأصفر أو الأصفر أو الأسود .



جدول رقم (٢٢). الصخور الرسوبية الميكانيكية النشأة

النسيج		التركيب المعدني	بيثة الترسيب	اسم الصخر
حبيبات خشنة أكبر من ٢ملم وذات حواف مستديرة	کبیرة الحبیبات Coarsa grained	قطع صخرية	مياه بحرية ضحلة	كونجلوميرات (القف) Conglomerate
حبيبات خشنة أكبر من ٢ملم وذات حواف مزواة	Coars		خلجان مقفولة ومياه بحرية ضحلة قريبة من المصدر	بریشیا Breccia
		کوارتز ·	شواطيء بحرية وكثبان رملية (قارية)	الرمـل Sand
1		كوارتز + معادن إضافية	شواطىء بحرية	حجر الرمل Sandstone
حبيبات ما بين ٢ - ١٦ ملم		المادة الاحمة كربونات كالسيوم	أو نهريــة	ا ۔ حجر رمل کلسي Calcareous S.S.
من المستديرة إلى التحت مزواة أو المزواة	حبيات متوسطة Medium grained	المادة اللاحمة حديدية (أكاسيد حديد)	أوبحيرات	ب ۔ حجر رمل حدیدي Ferruginous S.S.
	Aff. Medi	المادة اللاحمة سيليكا ثانوية	وسط ماڻي	جـ ـحجر رمل سيليسي Siliceous S.S.
		كوارتز + ٢٥٪ فلسبار على الأقل	رواسب زوارق	الأركوز Arkose
		کوارتز ما بین ۵۰ ـ ۷۵٪ + بیوتایت + هورنبلند فلسبار	أرضيــة	الجرايواك Graywacke
دقيق الحبيبات، القطر أقل من 1 من		معادن طينية + ١٥٪ ماء	بحرية عميقة	الطين (الصلصال) Clay
حبيبات دقيقة أقل من ٢٥٦ ملم ويمتاز الصخر بخاصية النفسخ وملمسه ناعم	حبيان grained	كوارتز + معادن طينية	بحرية عميقة	الطفيل
حبيبات دقيقة أقل من أبا ملم ناعم الملمس كتلي غير	čitas Fine g	كوارتز + معادن طينية	بحربة عميقة	حجر الوحل
متصفح				Mudstone
دقیق الحبیبات یتراوح قطرها ما بین $\frac{1}{11} - \frac{1}{17}$ ملم		كوارتز + معادن طينية	بحرية عميقة	الغريسن Silt

ثانيا _ الصخور الكيميائية النشأة Chemically Formed Rocks

تتكون الصخور الرسويية الكيميائية النشأة نتيجة للتفاعلات الكيميائية المختلفة أو نتيجة التبخر الذي يتم للمحاليل المائية المشبعة ببعض المواد الذائبة، ويعتمد التركيب المعدني للصخر على نوعية المواد المذابة في حوض الترسيب.

هذا وقد أمكن تصنيف الصخور الكيميائية النشأة على أساس تركيبها الكيميائي Chemical composition كما تدل عليه مكوناتها المعدنية إلى أقسام رئيسة ثلاثة هي :

1 ـ صخور رسوبية كلسية (جيرية) Calcareous sedimentary : تنتج هذه الصخور عن العمليات الكيميائية المختلفة.

وتتكون أساسا من كربونات الكالسيوم، فبعض الصخور الجيرية المكونة من معدن الكالسيت تترسب من محاليل بيكربونات الكالسيوم نتيجة لفقدان غاز ثاني أكسيد الكربون (CO₂). وبعد إعادة ترسب الكربونات من المحاليل اللائية المبعة، قد يحدث أن تذيب مياه الأمطار صحر الحجر الجيري لتكوّن مغارات ينشأ فيها ما يعرف بالصواعد صحرة كالمواعد كالمواطور كالمواعد كان كان الكالسيت قد يترسب في شكل كرات صغيرة تتجمع فيا بينها مكونة ما يسمى الحجر الجيري البطروخي (سرئيا) Colitic limestone ، وذلك في بعض الناطق البحرية الفصحلة والحارة الثائرة بالأمواج القوية.

٢ - صخور رسوية ملحية Saline sedimentary rocks : تتكون هذه الصخور في العادة نتيجة التبخر في المناطق الجافة القليلة المطر والحارة، ويكون تركيبها الأسامي أحد الأملاح مثل الملح الصخري Rock salt الذي يتكون من كلوريد الصوديوم Nacl أو الجبس Ahlydrite وفي البحار المختلفة.

٣ ـ صخور رسويية سيليسية Siliceous sedimentary rocks تتكون هذه الصخور من مادة السيليكا المسترة النبلور التي تترسب من المحاليل الغروية Colloidal solutions الغنية بها. وتوجد في هيئة عقد Nodules أو درنات Concretions ، مثل حجر الصوان (الظرا) 6 وقد تظهر هذه الصخور السيليسية مصاحبة للحجر الجيري في شكل

عقد أو عدسات رقيقة من صخر الشيرت Chert ، وذلك نتيجة لزيادة نسبة السليكا في الفجوات داخل الصخور الجرية.

عند وصف أي عنة صخرية كيمائية النشأة يجب معالجة الآتى: ١ - لون الصخر.

- ٢ حجم الحبيات أو البلورات (تحديد القطر بالمليمتر بالتقريب).
 - ٣ _ اختبار تفاعل الصخر مع الحامض.
 - ٤ _ اختبار مذاق الصخر.
 - ٥ _ البحث عن الأحافير.
 - ٦ _ استنتاج بيئة الترسيب إذا أمكن.
 - ٧ _ الاسم المقترح للصخر.



أ) حجر الجير Limestone : هو عبارة عن صخر مكون أساسًا من كربونات الكالسيوم، ويتراوح حجم حبيباته من الدقيقة الحجم جدًّا (لا ترى أحيانًا بالعدسة المكبرة) إلى المتوسطة والخشنة الحبيبات، وهي سهلة التفاعل مع حمض الهيدروكلوريك المخفف، كما أن جميعها تترسب من محاليل غنية في بيكربونات الكالسيوم أما في البحار أو البحرات.

وقد يلاحظ في بعض الأحيان احتواء بعض أنواع الصخر على بقايا



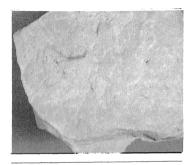


حيحر الجير (Mondadori, 1983)

ب) فلنت أو الصوان «الظّر» Flint: ويتكون من السيليك المتبلورة وغمير المتبلورة، ويتراوح لونه ما بين الأسود والرمادي، ويوجد غالبًا على هيئة عقد أو درنات Concretions مختلفة الأحجام . . بعض أنواعه بها شوائب ملونة مثل أكاسيد الحديد والمغنسيوم ، كما أنه مجهري

ج) الجبس Gypsum: تكون هذا الصخر نتيجة لتبخر الماء المحتوي على كبريتات الكالسيوم المائية ـ المذابة في مياه البحار المقفلة أو البحيرات، وهو ذو لون أبيض أو عديم اللون، ويتكون من حبيبات دقيقة إلى خشنة . وقد يوجد في هيئة كتل ذات هيئة ليفية، وغالبًا ما يظهر في هيئة طبقات أو صفائح.

ترافرتين (Mondadori, 1983)



دلومایت (Mondadori, 1983)

جدول رقم (٢٣). الصخور الرسوبية الكيميائية النشأة

بيئة الترسيب	النسيـــج	التركيب الكيميائي	اسم الصخر
مياه بحرية أو بحيرات	خشن إلى متوسط الحبيبات		حجر الجير المتبلور Crystalline L.S.
مياه بحرية ضحلة أو بحيرات	تجمعات من البطارخ		حجر الجير البطروخي (السرئي) Oolitic L.S.
مياه بحرية	تجمعات من صدفات الأحافير على أرضية من كربونات الكالسيوم	کالسیست (CaCO	حجر الجير الأحفوري Fossiliferous L.S.
حول الينابيع الحارة (قاري)	دقيق إلى متوسط الحبيبات		ترافرتین (سنترکلسي) Travertine (Calc. Sinter)
سقوف الكهوف (قاري)	خشن إلى دقيق الحبيبات		ستالاكتايت (هوابط) Stalactite
أرضيات الكهوف (قاري)	خشن إلى دقيق الحبيبات		ستالاجمایت (صواعد) Stalagmite
مياه بحرية أو بالإحلال في حجر الجير على القارات	خشن إلى متوسط الحبيبات وأحيانا في هيئة بلورات معينة واضحة	دولومیت CaMg(CO ₃) ₂	دولومیت Dolomite

ثالثاً .. الصخور العضوية التشأة Organically Formed Rocks

حجر الجير المرجاني (Mondadori, 1983)

هي تلك الصخور التي لعبت الكائنات الحية دورًا في تكوينها، وهي نتيجة لتراكم مواد عضوية خلفتها أنواع الحياة المختلفة (نباتية ـ حيوانية)، فتراكمت تلك المخلفات في هيئة طبقات سميكة متهاسكة منتجة ما يعرف بالصخور الرسوبية العضوية. وتعتبر عمليات التحلل بواسطة البكتريا والفطريات خلال الأزمنة الجيولوجية الطويلة، وكذا عمليات تفحم البقايا النباتية، وثقل الرواسب التي تعلو المخلفات من العوامل المهمة التي أدت إلى تصلب تلك الصخور العضوية وتكونها.

وتنقسم الصخور العضوية النشأة إلى مجموعتين رئيستين هما:

ا - صخور (حيوانية النشأة) Animal Origin وتشمل:
 أ) صخور عضوية حيوانية جبرية: ومن أمثلتها:

الطباشير Chalk والحجر الجيري المرجاني Chalk و Coral limestone ، فالأول يتكون من تراكم هباكسل الحيوانسات البحرية الأولية (المنخسريات (Foraminifera)؛ وهو ناعم الملمس ويتفاعل مع الحيض المخفف (HCI) بشدة. بينا نتج الثاني عن تراكم أصداف هباكل الكائنات البحرية المكونة من كربونات الكالسيوم الجيدة التياسك. أما المصطلح كوكينا eroquina فيطلق على جميع الصخور التي تتكون كليا من بقايا الأصداف البحرية المكونة أيضا من كربونات الكالسيوم ، وتكون ذات مظهر مسامي وضعيفة التياسك.

ب) صخور عضوية حيوانية فوسفاتية: ومن أمثلتها:

صخر الجوانو Guano ، ويتكون من تراكم إفرازات وإخراجات بعض الطيور البحرية ، وله رائحة نفّادة . . أما الصخور التي تتكون نتيجة لتكدس وتفاعل وتملل عظام وهياكل الأسهاك والزواحف البحرية وهياكلها وما يؤدي إليه ذلك من تراكم لفوسفات الكالسيوم وتكوين صخور الفوسفات . Phosphate rocks ، فهي توجد في هيئة طبقات عدسية وأحيانًا درنات.

ج) صخور عضوية حيوانية سيليسية ومن أمثلتها:

الـرواسب الراديولارية Radiolarian deposits ، وهي صخور تكونت نتيجة لتصلد هياكل حيوانات دقيقة تعرف بالراديولاريا Radiolaria تتكون من السيليكا. ويتم ترسيب هذا النوع عادة في المياه البحرية العميقة . العسافسارز

٢ - صخور (نباتية النشأة) Plant Origin ومن أمثلتها:

البيت Peat ويعتبر من أرداً أنواع رسوبيات الفحم ولونه بني أو بني مسود، ليفي المظهر رديء النياسك تكون نتيجة التحلل الجزئي للنباتات مع عمليات الدفن. أما صخور اللجنيت Lignite والأنثراسيت Anthracite فهذه رتب غنلفة للفحم تتفاوت فيها نسب الكربون التي هي على التوالي (٥٥-٧٧) و (٩٥-٨٨٪)، ويعتبر الأخير من أجود أنواع الفحم الحجري ويوجد في هيئة كتل صلبة. أما الأول فله مظهر ليغي متوسط الصلابة.



صخر البيت (Mondadori, 1983)



وصف بعض الصخور عضوية النشأة

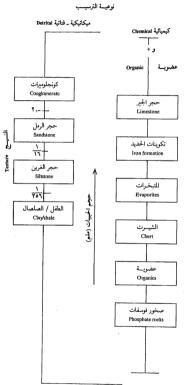
عند محاولة وصف أي عينة منها يجب معالجة التالي:

- ١ تحديد ما إذا كانت العينة نباتية أو حيوانية .
- لتعرف على نوع بقايا الكائنات الحية المكونة للعينة (أصداف مجهرية _ قطم من أصداف كبيرة _ بقايا نباتات . . الخ).
- ٣- تحديد التركيب المعدني (سيليسية كلسية كربونية فوسفائية...
 الخ).
- ع- إعطاء فكرة مبسطة عن الكيفية التي تكون بها الصخر المأخوذة منه العينة .

جدول رقم (٢٤). الصخور الرسوبية العضوية النشأة

بيئة الترسيب	النسيسج	التركيب الكيميائي	اسم الصخر	نوع الصخر
بحرية عميقة	أصداف ميكروسكوبية (عادة فورامنيفرا)	کالسیت CaCO ₃	طباشیر Chalk	
بحرية ضحلة إلى متوسط العمق	هياكل مرجانية جيدة التسمت	کالسیت CaCO ₃	حجر الجير المرجاني Coral limestone	
بحرية ضحلة	أصداف وقطع صدفية ضعيفة التسمست	کالسیت CaCO ₃	کوکینا Coquina	رسوبيات حيوانية Animal Deposits
بحرية	عظام وهياكل الأسماك والزواحف مختلطة مع مواد فتاتية	فوسفات كالسيوم Ca _s (PO ₄) ₃ Cl,F	صخور الفوسفات Phosphate rocks	eli-j
قاريـة	إفرازات الطيور	مواد عضوية معقدة التركيب	جوانو ـ کوبرولیت Guano	
بحرية عميقة	هياكل الراديولاريا الضعيفة التسمــت	%اO ₂ سیلیکا	رسوبيات راديولارية Radiolarian Ooze	
قارية	ليفي هش	كربون ٥٥٪ + ألياف خشنة	بیت (خٹ) Pcat	2
قارية	ليفي متوسط الصلابة	كربون ٥٥٪ ـ ٧٧٪ + ألياف خشبية	لجنيت Lignite	سوبيات نباتيا Plant Deposits
قاريــة	كتلي صلب	کربون ۹۳-۹۸٪	أنثراسيت Anthrasite	14





الصخور المتحولة Metamorphic Rocks

تتكون الصخور المتحولة نتيجة تأثير كل من الضغط والحرارة مع بخار الماء على الصخور النارية أو الرسوبية أو المتحولة. ويعرف التحول بأنه عجموعة من العمليات الجيولوجية التي أدت إلى تحول الصخور أو معادنها من حالتها الخاصرة؛ أي أنه عبارة عن تجاوب الصخور للتأثير المشترك للعوامل الثلاثة (الضغط - الحرارة - السوائل) عجمعة أو منفردة. . ولكن في كثير من الأحيان يصبح الفصل بين تأثير كل من الضغط والحرارة في الصخور أمرًا عسيرًا. . ويمكن القول إن عملية التحول هي في الواقع انعكاس لحالة الانزان الجديدة التي انتهى عملية التحول هي في الواقع انعكاس لحالة الانزان الجديدة التي انتهى إليها الصخر.

أولاً: عوامل التحول الرئيسة Main Metamorphic Factors

1 ـ الحرارة Temperature

تعتبر الحرارة عاسلاً مهاً من عوامل التحول والزيادة في درجة الحرارة. ويمكن أن تؤدي إلى تبلور بعض المعادن المكونة للصخر أو انصهار الصخر كليا ثم تبلوره مع البرودة ثانية منتجا صخرًا متحولاً آخر له صفات جديدة من حيث تركيبه المعدني أو نسيجه. وتتراوح درجة حرارة التحول ما بين ٢٠٠ - ٢٥٠م وأهم مصادرها هي : حرارة الدفن لحرارة المجادلة للحلية - حرارة الأجسام النارية المتداخلة - حرارة الاحتكاك - حرارة الشعة.

Y _ الضغط Pressure Y

الارتفاع في الضغط يكون نتيجة الدفن تحت وزن صخور الغطاء أو بسبب الحركات البنائية . فنجد مثلاً أن حبيبات الصخر تعيد تنظيم أو بسبب الحركات البنائية . فنجد مثلاً أن حبيبات الصخر تعيد تنظيم نفسها في اتجاه اعمودي على اتجاه الضغط، وقد تعيد بعض المعادن تبلورها . والضغط إما أن يكون موجهًا Directed pressure ، وهو الواقع على الأجراء العلياً من القشرة الأرضية ، أو يكون ضغطًا متنظاً متنظاً يسمى الأول بالضغط الديناميكي Dynamic والأخرر بالضغط الديناميكي Dynamic والأخرر بالضغط الاستاتيكي Static .

٣ - السوائل (المحاليل الكيميائية) Fluids

تلعب السوائـل والأبخرة والغازات دورًا مهمًا جدًّا وخصوصًا في إعادة تبلور المعادن. ويعتبر الماء من أكثر المحاليل شيوعًا لأنه يلعب دورًا رئيسًا في إتمام عمليات التحول، وقد يكون وسيلة لنقل بعض العناصر من الصهير إلى الصخور للجاورة أي يكون مادة حاملة لبعض الغازات المتبقية من الصهير. وقد يكون الماء صهيريًّا أو ماء عبوسًا بين الفراغات والمسام في الصخر، أو ماءً ناتجًا عن فقدان بعض المعادن للماء التركيبي فعا

> ثانيًا : عمليـات التحـول Processes of Metamorphism

والعمليات التي تحدث في الصخر وتؤدي إلى تحول معقدة جدًّا و ويمكن تلخيصها في التالى:

ا ـ إعادة الاتحاد الكيميائي Chemical recombination

وسد المعملية يتم نصو معادن جديدة من المكونات الكيميائية للعدادن نفسها المرجودة في الصخر الأصلي، وتكون هذه المعادن اكتر ثباتا نحت الفروف الجديدة من الضغط والحرارة. كما نلاحظ أن المحاليا المحاليا المائية التي تنخلل الفجوات لها دور كبير في تيسير تحرك الايونات Mobili. منافع تعادما وعدادة الاتحاد الكيميائي للعناصر المرجودة في الصخور وإعادة تبلورها، أو يجدث استبدال كيميائي فنستبدل بعض المعادن المناصر الماكها بأماكن عناصر أخرى تدخل في البناء البلوري للمعادن المنجود بالصخر قبل أن يتحول.

Mechanical deformation التشويه الميكانيكي ٢

من المعروف أن زيادة الضغط في اتجاهين متضادين تؤدي إلى عملية طي وتصدع وقص Shearing وطحن للصخر الموجود على جانبي الصدع. وهنا تعمل الزيادة في الضغط على إعادة ترتيب المعادن الصفائحية أو المنشورية أو المسطحة (الميكا) في اتجاه عمودي على اتجاه الضغط السائد. وقد يكون هذا الانجاه غير مواز لاتجاه مستوى التطابق للصخر الأصلى.

۳ ـ الانصهار الجزئي Differential melting

مع زيادة درجة الحرارة تنصهر بعض مكونات الصخر. وعندما تبرد تعطي للصخر النسيج المقع Spotted ، كما نلاحظ في بعض أنواع صخر الهورنفلس Hornfels.

2 _ إعادة التبلور Re-crystallization

وتحدث عملية إعادة تبلور الصخر نتيجة الانصهار بفعل الحرارة ثم البرودة، وقد ينتج عن ذلك تكون بلورات كبيرة على حساب البلورات الصغيرة الموجودة في الصخر الأصلي قبل تحوله، ويزداد حجم هذه البلورات كلما زادت درجة التحول.

> ثالثًا: أنـواع التحـول Types of Metamorphism

هناك ثلاثة أنواع رئيسة للتحول هي :

1 - التحول بالتلامس والحراري، Contact "thermal" metamorphism والحرارية عن تأثير الارتفاع ويتم هذا التحول بجوار المتداخلات النارية تحت تأثير الارتفاع الشديد في درجة الحرارة، أي أن عامل التحول السائد هو الحرارة علارة على الغازات والسوائل الخارجة من المتدخلة . . ومن أمثلة هذا النوع من المتحول ـ صخرا الهورنفلس Hornfels والرخام Marble

جدول رقم (٢٦). أصل بعض أنواع الصخور المتحولة ونوع عملية التحول

اسم الصخر الأصلي	نوع التحول	لتحول	الصخر ا
الطفل ـ الرماد البركاني	إقليمي _ منخفض	Slate	الأردواز
الطفل ـ الأردواز ـ خليط من صخور	إقليمي _ تحت	Phyllite	الفيللايت
نارية متحولة رسوبية	متوسط		
الطفل ـ الحجر الجيري والرملي	إقليمي _ متوسط	Schist	الشيست
ـ الفيللايت			
خليط من صخور نارية متحولة	إقليمي _ مرتفع	Gneiss	النيس
رسوبية كونجلوميرات ـ الجرانيت			
صخور رسوبية (حجر الرمل)	حراري	Quartzite	كوارتزيت
خليط من صخور نارية متحولة	حراري	Hornfels	هورنفلس
رسوبية ـ الصلصال ـ البازلت			
صخر الجير والدولومايت	حراري	Marble	الرخام

Y ـ التحول إلاقليمي Regional metamorphism

يتم هذا التحول تحت التناثير المشترك لكل من الضغط والحرارة ويحدث ذلك ببطء شديد ويؤثر على مساحات شاسعة. ويظهر تأثير هذا التحول في التركيب المعدني، وكذلك في النسيج الصخري الذي يتغير ليلائم الظروف الجديدة، كما نلاحظ هنا أن تأثير الضغط اكثر أهمية من تأثير الحرارة. ومن أمثلة هذا النوع من التحول ـ صخرا النيس Gneiss. والشيست Schist.

۳ ـ التحول الديناميكي Dynamic metamorphism

ويتم هذا التحول تحت تأثم الضغط الشديد المصاحب للحركات البنائية كالطي والتصدع في نسيج الصخر المتحول عن بريشيا الصدوع .Fault Breccia

رابعًا: تصنيف الصخور المتحولة

في الدراسة العملية، يفضل التصنيف المعتمد على البنية والنسيج، Classification of Metamorphic Rocks ووفقا لذلك تنقسم الصخور المتحولة إلى قسمين هما:

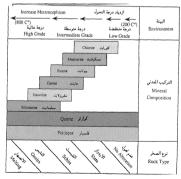
1 ـ الصخور المتحولة المتورقة Foliated metamorphic rocks

وهي عبارة عن صخور نجد معادنها قد تم توجيهها لتترتب في اتجاهات عمودية على اتجاه الضغط الذي كان واقعا عليها. . فتظهر المعادن وقد تم تسطحها أو ترتيبها في هيئة مصفوفة Banding ، أو متورقة Foliation صفائحة متوازية متصلة أو منفصلة ، ومن أمثلتها صخور الأردواز Slate ، والشيست Schist ، والنايس Gneiss .

Y ـ الصخور المتحولة غير المتورقة Non-foliated metamorphic rocks

وهي عبارة عن صخور كتلية ذات معادن غير موجهة، ولها نسيج حبيبي كثيف، ولا تظهر بها أي علامات للتورق أو التصفح أو التطبق؟ ومن أمثلتها صخرا الكوارتزيت Quartzite والرخام Marble.

جدول رقم (٢٧). مراحل تغير المعادن نتيجة لعملية تحول الطفل



الجيولوجيا الفيزيائية

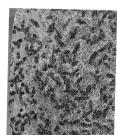
جدول رقم (٢٨). تقسيم الصخور المتحولة

أ) الصخور المتورقة Foliated Rocks

		النسيج			المعدني	نركيب	JI		يبخر	اسم الع
حبيبان	غير متطبق	حبيبات دقيقة جدا Very fine grained					•	كلورايت	Slate	الاردواز
3.	് Non-layered	حبيبات دقيقة Fine grained		أمنيبوا	فلسبار	كوارتز	Mica K.	Chlorite	Phyllite	الفيللايت
Oriented grains	Non-l	حبيبات كبيرة Coarse grained	بيروكسين	,	Feldspar	Quartz			Schist	الشيست
Onic	Layered متطبق	حبيبات كبيرة Coarse grained	Pyroxene	Amphibole	Fe				Gneiss	النايس

ب) الصخور غير المتورقة Non-Foliated Rocks

النسيج	التركيب المعدني	اسم الصخر
حبيبات كبيرة Coarse grained	قطع صخرية مشوهة لأي نوع من الصخور Deformed fragment of any rocks	میتاکونجلومیرات Metaconglomerate
Fine to coarse grained دقیق ـ خشن الحبیبات	Quartz کوارتز	کرارتزایت Quartzite
Fine to coarse grained	Calcite or Dolomite تاسیت أو دولومایت	الرخام Marble
دقيق جدا ـ دقيق الحبيبات Very fine grained	فلسبار . میکا . أولفين . هورنبلند . جارنت . کوارتز Feldspar, Mica, Olivine, Hornblende, Granit. Quartz	الهورنقلس Hornfels



الاردواز المرقط (Mondadori, 1983)



النايس (Mondadori, 1983)

وصف بعض الصخور المتحولة

- عند وصف أي صخر متحول يجب مراعاة التالي:
- ا نوع التنحول (حراري إقليمي ميكانيكي) والدلائل عليه، وهي
 على التوالي: معادن غير موجهة معادن موجهة أو صخور مكسرة
 ومطحونة
 - ٢ .. نسيج الصخر (حجم الحبيبات: دقيقة _ متوسطة _ كبيرة).
 - ٣ _ الصخر الأصلي الذي تحول عنه (رسوبي _ متحول _ ناري).
 - ٤ _ المكونات المعدنية .
- و. رتبة التحول (منخفضة متوسطة مرتفعة) والدلائل عليها، وهي على التوالي: وجود معادن الكلورايت أو الجارنت أو السليهانايت.
 - ٦ ـ الاسم المقترح للصخر.

1 _ الأردواز Slate

صخر متحول بفعل الضغط الشديد والحرارة المنخفضة نسبيا (إقليمي)، متورق ومتميز بنسيج دقيق الحبيبات، ومكون من كلورايت وميكا وكوارتز نتج عن الصخور الرسوبية (الطفل).

۲ ـ الرخام Marble

عبارة عن صخر متحول حراريا، كلي غير متورق، ويمتاز عموما بنسيج حبيبي يتراوح ما بين الخشن والدقيق، مكون من كالسبت وأحيانا دولومايت، ونتج من الصخور الكلسية أو الدولوماتية الثقية نسبيا.



جدول رقم (٣٩) جدول مبسط للتعرف مبدئيًا على الصخور الشائعة Conglomerate كونجلوميرات متوسط Sandstone حجر رملي حبيسات دقيسق متطبق؟ Shale طفسل مستديرة به قصار؟ 4 Limestone به احافیم؟ فصل؟ dolomite به معادن رسوبي Evaporite تبخيريات تميز الحرارة المنخفضة؟ Chert Coal فحم تكويئات الحديد Iron Formation ¥ دقيــق ـ غير متورق Hornfels هورنفلس نوع Marble متسورق؟ رخام التورق؟ أحادي المعادن انفصام اردوازي؟ Quartzite المعادن كوارتزايت معادن جديدة الميزة؟ Amphibolite امفيبوليت نقطع أخرى حجسم فديمة Slate اردواز لحبسات؟ محاور لمتداخل منسودق Schist ناري؟ Gneiss غير متورق خشن التحبب Cranulite جرانيوليت بها فلسبار بوتاسي Granite جرانيت ¥ Grandiorite جرانوديورايت متداخلات Diorite دايورايت جوفية Gabbro جابىر و متداخسا ؟ Periodotite بريدوتيت تراكيب فيوض مكونة من أوليفيسن؟ اللابعة؟ Donite دونيت تبارى زجاج أو Rhyolite رابوليت خطوط تلامس دقيق Dacite ہا تأثير فيسوض حراري؟ Andesite انديزيت بركانية Basalt بازلت

Obsidian

زجاج فقط

المراحع

أولا: المراجع العربية التركى، خالد إبراهيم وأبو صقر، محمد محمود (١٩٧٥م). علم الأرض (عملى)، دار الكتاب الجامعي، الرياض.

حسن، محمد يوسف شريف، عمر حسين، النقاش، عدنان باقر (١٩٨٧م). أساسيات علم الجيولوجيا، جون وايلي وأولاده، لندن.

حلمى، محمد عز الدين (١٩٧٤م). علم المعادن، ط٣، مكتبة الأنجلو المصرية، ج.م.ع.

رادين، عبدالعزيز عبداللك وعبدالقادر، عبدالعزيز (١٩٨٥م). الجيولوجيا المعملية ، تهامة للنشر ، جدة .

Berry, L.G. et al. (1983). Mineralogy. Freman & Co., New York. Dietrich, R.V. and Wicander, R. (1983). Minerals, Rocks & Fossils. John Wiley & Sons, New York.

ثانيا: المراجع الإنجليزية

Desautels, P.E. (1974). Rocks & Minerals. Hamlyn Publishing Group Ltd, London.

Medenbach, O. and Wilk, H. (1986) The Magic of Minerals. Springer-Verlag, Berlin.

Mondadori, A. (ed.) (1983). The Macdonald Encyclopedia of Rocks & Minerals, Macdonald & Co. Ltd. London.

Press, F. and Siever, R. (1986) Earth, Freeman & Co., New York. Simpson, B. (1983) Rocks & Minerals. Pergaman Press, Oxford. Tarbuck, E. J. and Butgens, F.K. (1984) The Earth. Merrill Publication Co., London.



كشاف المصطلحات



Apatite	أباتيت ١٦، ٢٩، ٣١، ٤٠، ٤٨، ٥٢	(عربي ـ إنجليزي)
Obsidian	أوبسيديان ٢٤، ٦٩	
Fossils	أحافير ٦٠، ٧٣، ٨٢، ٨٣	
Sedimentary basins	أحواض الترسيب ٥٩	
Physichemical conditions	أحوال فيزيوكيميائية ٦٨	
Aragonite	أراجونايت ٥، ٣٠، ٣٢، ٤٠، ٤٧، ٥٢	
Eyrthrite	أرثرايت ٥٣	
Argentite	أرجنتيت ٥٥	
Slate	إردواز ۹۰ ، ۹۱ ، ۹۲ ، ۹۳ ، ۹۴	
Arsenopyrite	أرزينوباريت ٢٢، ٢٤، ٣٠، ٣٩، ٤٩، ٥٣	
Groundmass	أرضية الصخر ٦٣	
Arkose	أركوز ۷۷، ۸۰	
Azurite	أزورايت ۱۱، ۳۱، ۴۰، ۲۷، ۳۰	
Asbestos	أسبستوس ١٥	
Strontium	إسترونشيوم ٥٥	
Scoria	إسكوريا ٦٥	
Atomic radiation	إشعاع ذري ٢٥	
Radioactivity	إشعاعية ٦	
X-ray	أشعة سينية ١١	
Chemical recombination	إعادة الاتحاد الكيميائي ٨٩	
Re-crystallization	إعادة التبلور ٨٩	
Iron oxides	أكاسيد الحديد ١٢ ، ٢٨ ، ٧٧ ، ٧٤ ، ٧٧ ، ٧٩ ، ٨٠ ، ٨٨	
Albite	ألبايت ٣٦، ٤١، ٥١، ٦٩	
Allochromatic	اللوكروماتيك (متعددة الألوان) ٨	
Ilmenite	إلمينات ۲۹ ، ۵۳	
Aluminum	ألومنيوم ١ ، ٢٥	
Ittite	ر. إليت ۲۲	
Leucite	ليوسايت ٣٦	
Amethyst	أماثيست ٧	
Amblygonite	أميلوجنيت ٥٢	
Amphiboles	أمفيبولات ٣٤، ٢٦، ٢٧، ٨٦	
Nitre	أملاح النيتر ٢٣	
Anatase	اناتيز ٧٤	
Antimony	أنتيمون ٣٩، ٥٢	
Anthracite	أنداست ۸۵، ۸۶	

Andesite	أنديزايت ٦٦، ٢٧، ٧١، ٧٢
Andalusite	أندالوسايت ٣٣، ٤٠، ٤٩
Enargite	أزجيت ٥٣
Enstatite	إنستاتيت ۲۱، ۲۰، ۲۷
Melting	الانصهار ۸۹، ۹۱
Differential mel	انصهار جزئی ۸۹ انصهار جزئی
Fusibility	انصهاریة ٦، ٢٦
Parting	انفصال ٦، ١٩
Cleavage	انفصام (تشقق) ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۵۰ ـ ۵۲
Slaty cleavage	انفصام اردوازي ٩
Perfect cleavage	انفصام جيد ١٧
Imperfect cleave	انفصام غیر جید ۱۷
Anhydrite	انهيدرايت ٢٩، ٤١، ٤٧، ٥٢، ٨١
Types of metam	أنواع التحول ٩٠ orphism
Anorthite	أنورثايت ٣٦، ٥١
Opal	أوبال ٢١، ٢٨، ٤٦، ٤٥
Augite	أوجايت ٤١، ٥١، ٧١
Orpiment	أوربيمنت ٢٥
Octahedrite	أوكتاهيدرايت ٥٥
Oligoclase	أوليجوكليز ٦٩ .
Olivine	أوليفين ١٧، ١٨، ٢٧، ٣٣، ٣٧، ٤٠، ٤٩، ٢٦، ١٧، ٧٧، ٩٢
Olivines	أولفينات ٦٧

	- 1 - 41 - 11 - 11 - 11 - 12 - 12 - 12 -
Barium	باريوم ۲ ه
Basalt	بازلت ۲۲، ۷۱، ۷۲، ۹۶
Bytownite	بايتونايت ٧١
Pyrite	بایرایت ۲۲، ۲۲، ۳۰، ۳۹، ۶۹، ۵۳
Pitchblende	بتشبلند ۱۰، ۲۰، ۵۰
Brucite	بروسايت \$ ٥
Proustite	بروستايت ٥٥
Brookite	بروكايت ٥٥
Peridotite .	بريدوتايت ٧٧، ٧٧، ٩٤
Breccia	بریشیا ۷۲، ۸۰
Faults breccia	بريشيا الصدوع ٩١
Luster	بریق ۲، ۱۳، ۵۰، ۵۳
Splendent	بریق باهر ۱۳
Earthy (dull) luster	بريق ترابي (قاتم) ۱۵
Silky luster	بريق حريري ١٥
Vitreous luster	بريق زجاجي ١٤

Shinning luster	بریق ساطع ۱۳
Resinous luster	بریق صمغي ۱۵
Metallic luster	بريق فلزي ١٣، ١٤
Pitchy luster	بريق ڤاري (زفتي) ١٥
Non-metalic luster	بريق لافلزي ٣، ١٤،
Glimmering	بريق لامع ١٣
Pearly luster	بريق لۇلۇي ١٥
Adamntine luster	بريق ماسي ١٤
Beryl	بريل ٣٤، ٣٧، ٤١
Bismuth (Bi)	بزموث ۲۸، ۳۹، ۵۲
Platinum	بلاتين ٤٥
Plagioclase	بلاجيوكليز ٣٧، ٦٦، ٢٧، ٧٧، ٧٩
Sodium plagioclase	بلاجيوكليز صودي ٣٦، ٧١
Phenocryst	بلورات ظاهرة (فينوكريست) ٦٣
Rock crystal	بلور صخري ١٥
Potassium	بوتاسيوم ١، ٢٥، ٥٥
Borasite	بوراسيت ٤٠
Borax	بوراکس ۵۵
Bournonite	بورنونیت ؛ ه
Bornite	بورنیت ۵۳
Bauxite	بوکسیت ۲ ه
Peat	البيت ٨٥، ٨٦
Pyrargyrite	براجرایت ۵۵
Pyroxene	بروکسین ۳۶، ۲۷، ۳۸، ۲۲، ۲۱، ۲۷
Pyroxenes	بروکسینات ۷۱
Pyrolusite	بىرولوسايت ۳۹، ۵٤
Pyrrhotite	ىرھوتىت ٢٤
Calcium bicarbonate	بيكر بونات الكالسيوم ٨١
Biotite	بیوتایت ۲۱، ۳۶، ۳۷، ۲۸، ۱۱، ۵۱، ۲۱، ۲۱، ۹۱، ۱۹
Pumice	پیویس ۱۲
Enviroment	بيئة ٩١
Environment of deposition	بيئة الترسيب ٨٦، ٨٣، ٨٨



 Baking
 ۸۸ ریاس سراری

 Cryptocrystalline
 ۹۰ تیلور مستر ۹۰ یا ۲۰۰۰

 Tetrahedrite
 ۵۳ تیلور ۱۹۰۰

 Flexibility
 ۳ تیل ۹۰ یا ۲۰۰۰

 Sub-vitrous
 ۵. تیلور ۱۹۰۰

Sub-metallic	تحت فلزي ١٤
Mobilization of ions	تحرك الأيونات ٨٩
Regional metamorphism	تحول إقليمي ٩٠
Contact-thermal metamorphism	تحول بالتلامس (الحراري) ٩٠
Dynamic metamorphism	تحول دینامیکي ۹۱
Travertine (Calc. Sinter)	ترافيرتين (سنتر كلسي) ٨٣
Turquoise	ترکواز (فیروز) ۲۰
Chemical composition	تركيب كيميائي ٢٣، ٣٩، ٥٢،
	٠٢، ٢٢، ٢٢، ١٨،٣٨، ٢٨
Mineral composition	ترکیب معدنی ۲۲،۲۰، ۲۷، ۷۳، ۹۲، ۹۲
Tridymite	تریدیایت ۲۳
Tremolite	تريمولايت ٣٤، ٣٦
Mechanical deformation	تشویه میکانیکی ۸۹
Tarnish	تصدؤ ١١
Genetic classification	تصنيف على أساس النشأة ٧٥
Descriptive classification	تصنيف وصفي ٧٥
Phosphorescene	تفسفر ۱۱
Flourescene	تفلور ۱۱
Dana's classification	تقسیم دانا ۲۹
Talc	تلك ١٦، ٢١، ٣٣، ٤١، ٥١
Tenacity	تماسكية ٦، ٢١
Topaz	توباز ۱۵، ۱۲، ۲۴، ۲۱، ۵۰
Tourmaline	تورمالین ۵۱، ۲۸، ۷۶، ۷۹
Titanium	تيتانيوم ١، ٧، ٥٥
	&
Idiochromatic	ثابتة اللون ٨



Specific gravity

Average specific gravity Trigonal ئقل نوعي ٦، ٢٣، ٢٤، ٤٥، ٥١ القل نوعي ٦، ٢٣، ٢٤، ٤٥، ٥١

ثقل نوعي متوسط ٢٤

, ثلاثي ٢٣

	₩
Gabbro	جابرو ۲۱، ۷۱، ۷۲، ۹۶
Garnet	جارنت ۳۸، ۵۰
Galena	جالینا ۸، ۱۰، ۲۶، ۳۹، ۶۸، ۵
Stain spar	جبس ليفي ١٥
Gibbsite	جبسایت ۵۲
Jasper	جسير ٧
Graphite	جرافیت ۲، ۱۲، ۲۱، ۳۶، ۲۲، ۳۹، ۵۶، ۵

Granodiorite جرانودايوريت ٦٦، ٧٠، ٢٧، ٩٤ Granite جرانیت ۳۲، ۲۹، ۷۰، ۷۳، ۹٤ Graywacke جرابواك ٧٧ ، ٨٠ Boulder جلمود ۷۹ Guano جوانو ۸۲،۸۶ Goethite جوثایت ۱۲، ۲۹، ۹۳، ۵۳

Mineral grains حبيبات معدنية ٧٦ Oriented grains حبيبات موجهة ٧٦ Granule حبيبة ٧٦ Fossiliferous lime stone حجر جر أحفوري ٨٣ Crystalline lime stone حجر جر متبلور ۸۴ Oolitic lime stone حجر جیری بطروخی ۸۳، ۸۳ Coral lime stone حجر جیری مرجانی ۸۲،۸٤ Pumice حجر الخفاف ٦٩ Sand stone حجر رمل ۷۱، ۷۷، ۷۷، ۹۱، ۸۱، ۸۸، ۹۴ Grit حجر الطاحون ٧٧ حجر طینی ۷۲، ۷۷ Claystone Silt-stone حجر غرینی ۷۱، ۸۱، ۸۷ Moonstone حجر القمر ١١ Mudstone حجر الوحل ۷۸، ۷۹، ۸۰ Iron حدید ۷، ۲۸، ۳۳، ۳۹، ۳۰

Ductility Hardness anisotropy Chatoyancy Harsh touch Optical properties

Temperature

Pebble

Lava

Cohesive properties

Sense properties

خاصية السحب (المسحوبية) ٢١ خاصية عدم تجاهى الصلادة ١٧ خاصية عين الهر ١١ خشن الملمس ٢٣ خصائص بصرية ٦ خصائص تماسكية ٢، ١٦

خصائص حسية ٦، ٢٢

حرارة ۸۸، ۹۰

حمم (اللابا) ۲۲

حصے ۷۹

Dacite داسات ۲۲، ۷۳، ۹۶ Dioptase دايوبتاس ٥٣ Diopside دايوبسايد ٤١ ، ٥١ ، ٧٠ Exotic دخيل ٧ High grade metamorphism دحة تحول عالمة ٩١ Intermediate grade metamorphism درجة تحول متوسطة ٩١ Low grade metamorphism درجة تحول منخفضة ٩١ Concretions درنات ۸۱، ۸۲ Rock cycle دورة صخرية ٦١ Dunite دونایت ۲۱، ۲۰، ۷۲، ۹٤ Diorite دبورایت ۲۷، ۲۸، ۷۷، ۲۷، ۹۴

6

خمب ۷، ۱۱، ۲۱، ۲۲، ۲۲، ۲۸، ۴۹، ۳۵، ۵۳ در الله الله الله الله ۱۲۹ ماه ۱۳۹ ماه Solubility

6

Radiolaria راديولار يا ١٨٤، ٨٦ Odour ، ائحة ٦ Garlic odour رائحة ثومية ٢٢ Argillaceous odour رائحة طينية ٢٢ ، ٨٠ Fetid odour رائحة عفنة (زنخة) 22 Bituminous odour رائحة قطرانية (بيتومينية) 22 Sulphurous odour رائحة كبريتية ٢٢ Rhyolite راملات ۲۲، ۲۷، ۲۹، ۲۷، ۲۷، ۹۴ Tetrahedron رباعي الأوجه ٣٢ Marble رخام ۹۱، ۹۲، ۹۳ Lead رصاص ۲۸، ۳۰، ۳۹، ۵۶ Lamina رقيقة أو صفيحة ٧٣ Ash رماد ۹٤ Sand رمل ۷۲ Sediments رواسب ۸٤ Radiolarian deposits رواسب راديولارية ٨٤، ٨٦ Glaciers رواسب المثالج (المجامد) ٧٣ Rutile روتيل ۱۶، ۳۹، ۲۹، ۵۵ Realgar ريلجار ۲٥

•

 1.4 كشنف بلم واللجات

Zircon زركون (زرقون) ۲۶، ۳۳، ۲۱، ۶۹، ۲۹، ۲۹، ۷۹، ۷۹ Arsenic (As) زرنیخ ۲۸ ، ۳۹ ، ۲۸ Cobble زلط ٧٦ Zinc زنك ۳۰، ۵۰ Zincite زنکیت ۳۹، ۶۱، ۵۰ Mercury (Hg) زئىق ۲۸ ، ۳۹ ، ۵۵ Spinel سينل ۲۸ ، ۲۸ Stibnite ستنایت ۲۰ Strontianite سترونشيانايت ٥٥ Sille سدود ۲۲ Serpentine سربنتين ۲۴، ۴۸، ۱۱، ۱۵ Sphalerite سفالبرايت ۱۸ ، ۳۰ ، ۳۹ ، ۶۸ ، ۵۰ Sphene سفين ۲۹ Celestite سلستيت ٥٥ Double chain سلسلة مزدوجة ٣٤، ٣٧ Single chain سلسلة منفردة ٣٤ ، ٣٧ Sylvite سلفیت ۵۵ Sillimanite سلسانت ٤٠ ، ٤٩ ، ٩١ ، ٩٣ Smithonite سمثونایت ۳۲، ۲۰، ۷۷، ۵۰ Syenite سیانیت ۲۹، ۹۹ Siderite سیدیرایت ۶۰، ۷۷، ۵۳ Cerargyrite سىرارجىرايت ٥٥ Cerussite سم وسابت ٥٤ Sylvanite سىلفاناىت ٣٥ Tectosilicates سيلكات رباعي الأوجه الشبكية (تكتوسيلكات) ٣٥، ٣٧، ٤١ سيلكات رباعي الأوجه الصفائحية (فيلوسيلكات) ٣٤، ٣٧، ٤١ Phyllosilicates سيلكات رباعي الأوجه المزدوجة (سوروسيلكات) ٣٤، ٣٧، ٤١ Sorosilicates سيلكات رباعي الأوجه الحلقية (سيكلوسيلكات) ٣٤، ٣٧، ٤١ Cyclosilicates Inosilicates سيلكات رباعي الأوجه المسلسلة (إينوسيلكات) ٣٣، ٣٧، ٤١ Nesosilicates سيلكات رباعي الأوجه المنفردة (نيزوسيلكات) ٣٢، ٣٧، ٤٠ Silicon سلىكەن ۋە Cinnabar سينبار ٢٤، ٣٧، ٤٩، ٥٥ **6** Staurolite شتورولیت ٤١، ٥٠ Diaphaneity

Chert

شفافية ١٥

شبرت ۷۴، ۸۷، ۸۷، ۹۴

Detrital chert Schist

Greasy touch

Massive rocks Chemically formed rocks

Mafic (basic) rocks

Metamorphic rocks

شیرت فتاتی ۷۶ شسست ۹۰، ۹۱، ۹۲

صابوني الملمس ٢٣

صخر كتلة ٦٢

صخور قاعدية (مافية) ٧١

صخور كيميائية النشأة ٧٦، ٧٧، ٨١، ٨٣

صخور متحولة ٢٠ ، ٨٨ ، ٩٠ ، ٩١ ، ٩٢



صخر المارل (الغضار) ٧٨ Marl صخور برکانیة ۲۲ Volcanie rocks صخور تحت سطحية ٥٩، ٦٢ Hypabyssal Secondary rocks صخور ثانوية ٥٩، ٧٣ Intrusive rocks صخور جوفية ٢٢ Acidic rocks صخور حمضة ٦٩ صخور رسوبية (ثانوية) ۲۸، ۳۰، ۹۹، ۲۱، Sedimentary rocks 77, 37, 77, VA, AA Siliceous sedimentary rocks صخور رسوبية سيليسية ٨١ صخور رسوبية فتاتية ٨٧ Clastic rocks صخور رسوبية ملحية ٨١ Saline sedimentary rocks Stratified rocks صخور طبقية ٧٣ صخور عضوية النشأة ٧٦، ٨٤، ٨٦ Organically formed rocks Plutonic rocks صخور عميقة النشأة (بلوتونية) ٥٩، ٦٢ صخور فاتحة اللون ٦٨ Salic-Leucocratic rocks صخور حضبة (فلسة) ۲۷، ۹۹ Felsic (Acidic) rocks صخور الفوسفات ٨٤، ٨٦ -Phosphate rocks صخور فوق قاتمة اللون ٦٨ Ultramafic-hypermelanic rocks Mafic-melanocratic rocks صخور قاتمة اللون ٦٨ صخور قاعدية ٦٦ Basic rocks

Foliated metamorphic rocks (۲،۹۱ قرمتورقة با ۹۲،۹۱ قرمتورقة فرمتورقة با ۱۹۳ قرمتورقة با Extrusive rocks مسخور منطوق متلاوم مسخور منطقة اللون ۱۸ مسخور المنطقة اللون ۱۸ مسخور المنطقة اللون ۱۸ مسخور المنطقة الاسلام و ۱۸ مسخور المنطقة و ۱۸ مسخور منطقة اللغان قرمتانی ۱۸ مسخور مناتاتیکی الاسلام و ۱۸ مسخور مناتاتیکی الاسلام و ۱۸ مسخور مناتاتیکی الاسلام و ۱۸ مسخور مناتاتیکی الاسلام و ۱۸ مسخور مناتاتیکی الاسلام و ۱۸ مسخور مناتاتیکی الاسلام و ۱۸ مسخور مناتاتیکی الاسلام و ۱۸ مسخور مناتاتیکی الاسلام و ۱۸ مسخور مناتاتیکی الاسلام و ۱۸ مسخور مناتاتیکی الاسلام و ۱۸ مسخور مناتاتیکی الاسلام و ۱۸ مسخور منتاتاتیکی الاسلام و ۱۸ مسخور منتاتاتیکی الاسلام و ۱۸ مسخور منتاتاتیکی و ۱۸ مسخور منتاتاتی

آ آgneous rocks ۸۸ ، ۷۲ ، ۲۹ ، ۵۹ وصخور ناریة ۹۵ ، ۲۹ ، ۲۹ ، Electric properties

 Magnetic properties
 ۲٤ مفاطيسية

 Hardness
 ٥١, ٤٥, ١٧, ١٥٤, ١٥

Stalagmites ۸۳ ،۸۱ صواعد ۸۳ ،۸۱

Weathering process

Weathering agents

Sedimentation

عملية تجوية ٧٤

عوامل تعرية ٧٠٣

عملية ترسيب ٧٣

Sodalite صودالیت ۳٤ ، ۲۱ ، ۵۰ Flint صوان (فلنت) ۲۰ ، ۸۱ ، ۸۲ Soda صودا كاوية ٢٢ Sodium صوديوم ١ ، ٥٥ Pressure ضغط ۸۸ ضغط ستاتیکی ۸۸ Static pressure ضغط دینامیکی ۸۸ Dynamic pressure ضغط منتظم ٨٨ Balanced pressure Directed pressure ضغط موجه ۸۸ Chalk طباشير ٨٤، ٨٦ Beds, strata طبقات ۲۰، ۲۲ Lenticular beds طبقات عدسية ٨٤ Bed طبقة ٧٣ Taste طعم (مذاق) ۲۲ Tuff طف ۹۴ Shale طفل ۷۸، ۸۰، ۸۷ Clay طن ۷۹، ۷۸ Luminescence ظاهرة التضوء ١٠ Change of colours ظاهرة تغير الألوان ١٠ Play of colours ظاهرة تلاعب الألوان ٩ Opalescence ظاهرة اللألأة ١١ Geiger counters عدادات جيجر ٢٥ Scintillometer عداد الوميض ٢٥ Colourless عديم اللون ٧ Nodules عقد ۸۱ Agate عقبق ٩ Metamorphic processes عملیات تحول ۲۰، ۸۹، ۹۰

عين النمر ١١ Tiger's eye Cat's eye عين الهر ١١ Silt غرین ۷۶ غلاف يابس ٥٩ Lithosphere غىرمتطبق ٩٢ Non-layerd فاصل مغناطيسي كهربائي ٢٥ Franz Isodynamic Seperator فانادينيت \$٥ Vanadinite فتات برکانی ۹۴ Pyroclastic فحم ۹۵ Anthracite فرانکلینت ۵۳ Franklinite فضة ۲۱، ۲۲، ۲۲، ۲۷، ۳۹، ۵۵ Silver فلساد ۱۸ ، ۲۸ ، ۷۷ ، ۳۸ ، ۹۱ ، ۹۲ ، Feldspar فلسارات قله بة ۲۷ Alkali feldspars فلسبار بوتاسي ٣٦، ٦٩، ٧٢، ٧٩ Potassium feldspar فلسة ٦٩ Felsic فلورایت ۱۵، ۱۵، ۱۸، ۳۰، ۴۰، ۴۶، ۲۵، ۲۵، ۸۳ Flourite فيللايت ٩٠، ٩٢ Phyllite فيوض بركانية ٩٤ Volcanic lava 0 قصدير ٥٥ Tin قطر (مجما) ۵۹، ۲۲ Magma قواطع ٦٢ Dykes کاستیرایت ۳۹، ۲۹، ۵۵ Cassiterite كالسيدوني ٥٩، ٢٢ Chalcedony كالسبت ١٥، ١٦، ١٨، ٢٤، ٢٦، ٣٠، ٣٠، ٤٠. Calcite 41 , A2 , AT , A1 , YE , OY , EV كالسيوم ١، ٥٥ Calcium كالكوبايرايت ١١، ٣٠، ٣٨، ٤٩، ٣٥ Chalcopyrite كالكوسايت ۳۰، ۳۹، ۴۸، ۵۳ Chalcocite کاولین ۲۱، ۲۲، ۲۲

کبریت ۸، ۲۱، ۲۲، ۲۸، ۳۹، ۴۵، ۵۵

Kaolinite Sulphur

Masses	کتل ۹۰
Carbon `	کربون ٦، ۲۳، ۲۰
Calcium carbonate	كربونات كالسيوم ٢١، ٧٤، ٨٠، ٨١، ٨٣، ٨٤
Chrysocolla	کریسوک ولا ۵۳
Chromite	کرومایت ۲۸، ۳۹، ۶۲، ۵۳
Crystobalite	كريستوباليت ٢٣ ، ٣٦
Cryolite	كريولايت ٢ ٥
Rock fragments	کسرات صخریة ۷۹
Calaverite	کلافیرایت ۵۳
Chlorite	کلورایت ۳۸، ۹۱، ۹۲، ۹۳
Electricity	كهربية ٦ '
Quartz .	کوارتز ۷، ۱۵، ۱۲، ۱۸، ۲۰، ۳۳-۲۲، ۲۸، ۳۳، ۳۸،
. 41	13, 00, 30, 75_ 85, 14, 34, 44, 06, 18,
Secondary quartz	كوارتز ثانوي ٧٢
Quartzite	کوارنزیت ۹۰، ۹۱، ۹۲، ۹۲
Cobalt	کوبالت ۹۳
Cobaltite	كوبالتيت ٥٣
Cuprite	کوبرایت ۵۳
Cordundum	کورندم ۱۲، ۲۶، ۲۹، ۴۸، ۱۵، ۵۲
Ruby	کورندم أحمر (یاقوت أحم) ۸
Sapphire	کورندم ازرق (یاقوت ازرق) ۸
Covellite	كوفيللايت ٥٣
Coquina	کوکینا ۸۶، ۸۶ ·
Conglomerate	كونجلوميرت (القف) ٧٦، ٧٩، ٨٨
Kyanite	کیانایت ۱۷ ، ۳۳ ، ۶۰ ، ۶۹

كيفية الوجود ٦٢

Mode of occurrence

الإبارورايت الأبراورايت الأبراورايت الإبراورايت الإبر

Marcasite	مارکاسایت ۵۳
Diamond	الماس ۲، ۹، ۱۱، ۱۶، ۲۱، ۲۳، ۲۲، ۳۹، ۵۲
Evaporites	متبخرات ۸۷
ntrusions, non-stratified	متداخلات لاطبقية ٦٠
Layered	متطبق ۹۲
Foliated	متورقة ٩١
Feldspathoid group	مجموعة أشباه الفلسبار ٣٦
Feldspar group	مجموعة الفلسبارات ٣٦
Oxide minerals group	مجموعة معادن الأكاسيد ٢٨ ، ٣٩، ٤٥، ٤٦
Silicates minerals group	مجموعة معادن السيليكات ٣١، ٤٠، ٤٩، ٥٣
Phosphate minerals group	مجموعة معادن الفوسفات ٣٩، ٤٠، ٤٨
Native elements group	مجموعة معادن عنصرية ٢٦، ٣٩
Sulphate minerals group	مجموعة معادن الكبريتات ٢٩، ٣٩، ٤٧
Sulfide minerals group	مجموعة معادن الكبريتيدات ٣٠، ٣٩، ٤٨
Carbonate minerals group	مجموعة معادن الكربونات ٣٠، ٤٠، ٤٧
Halide minerals group	مجموعة معادن الهاليدات ٣٠، ٤٠، ٤٦
Water solutions	عاليل مائية ٨٩
Saturated water solutions	محاليل مائية مشبعة ٨١
Colloidal solutions	محاليل غروية ٨١
B - Axis	محور عمودي على طول البلورة ١٧
C - Axis	محور مواذٍ لطول البلورة ١٧
Streak	غدش ۲، ۱۲، ۶۵، ۵۳
Alkaline taste	مذاق قلوي ۲۲
Bitter taste	مذاق مر 22
Cooling taste	مذاق مرطب ۲۲
Sour taste	مذاق مزز ۲۲
Saline taste	مذاق ملحي ٢٢
Elastic	مرن ۲۱
Rounded	مستديرة ٧٦
Cleavage planes	مستويات انفصام ١٧ ، ١٨ `
Muscovite	مسکوفایت ۱۸، ۲۱، ۲۸، ۴۰، ۵۱، ۹۱
Banding	مصفوفة ٩١
Minerals	معادن ۵، ۱۵
Essential minerals	معادن أساسية ٢٦ ، ٢٧ ، ٧١
Accessory minerals	معادن إضافية ٢٦، ٢٧، ٨٠
Primary minerals	معادن أولية ٢٦
Secondary minerals	معادن ثانوية ٢٦، ٧١
Ferromagnesian minerals	معادن حدید ومغنسیوم ۲۷ ، ۷۱
Transparent minerals	معادن شفافة ١٥
Platy minerals	معادن صفائحية ٩١ 🎺

Detrital minerals	معادن فتاتية ٢٤
Metallic minerals	معادن فلزية ٦ ، ١٣ ، ٢٢ ، ٢٤
Chemical minerals	معادن کیمیاثیة ۷۶
Non-metallic minerals	معادن لافلزية ٦، ١٣، ٢٤، ٢٤
Opaque minerals	معادن معتمة ١٥، ٧١
Prismatic minerals	معادن منشورية ٨٩
Translucent minerals	معادن نصف شفافة ١٥
Heavy mineral	معدن ثقيل ١٤
Very heavy mineral	معدن ثقيل جدا ٢٤
Light mineral	معدن خفيف ٢٤
Brittle mineral	معدن هش ۲۱
Orthorhombic	معيني قاتم ٢٣
Bar magnet	مغناطيس يدوي ٢٤
Magnetism	مغنطيسية ٦
Magnesium	مغنسيوم ٤٥
Malleability	مطروقية ٢١
Mohs scale of hardness	مقياس موهس للصلادة ١٦
Pigments, inclusions	مكتنفات ٧
Fracture	مکسر ۲، ۲۰، ۱۵، ۵۳
Uneven fracture	مكسر غير مستو ٢٠
Concoidal fracture	مکسر محاری ۲۰
Even fracture	مكسر مستو ۲۰
Hackly fracture	مکسر مسنن (مشرشر) ۲۰
Cubic	مکعبی ۲۳
Iron formation	مكونات حديد ٩٤
Materials of the earth crust	مكونات القشرة الأرضية ١
Malchite	ملاکیت ۷، ۱۲، ۳۰، ۴۰، ۷۶، ۵۳
Epsom salt	ملح ابسوم ۲۲
Rock salt	ملح صخري ٨١
Millerite	مللبرایت ٤٥
Touch	ملمس ٦، ٢٢
Manganite	منجانیت ٤٥
Foraminifera	منخریات ۸۴
Molybdenite	موليبدنايت ٣٠، ٣٩، ٤٩، ٥٤
Molybdenum	موليبدينم ٤٥
Metaconglomerate	ميتاكونجلوميرات ٩٢
Mica	میکا ۲۲، ۳۶، ۳۷، ۲۹، ۷۷، ۷۷، ۹۲
Microcline	میکروکلین ۳۲، ۵۰، ۹۹

	8
Sooth touch	ناعم اللمس ٢٣
Copper	نحاس ۷، ۱۶، ۲۰، ۲۲، ۲۷، ۳۹، ۴۵، ۵۳
Native copper	نحاس حر (عنصري) ۲۰، ۲۱
Texture	نسیج ۲۰، ۲۲، ۲۳، ۲۵، ۷۷، ۸۳، ۸۷، ۹۲
Porphyritic texture	نسيج بورفيري ٦٣
Phaneric texture	نسيج خشن الجبيبات ٦٣
Porphyritic phaneric texture	نسيج خشن الحبيبات بورفيرى ٦٣
Aphanitic texture	نسيج دقيق الحبيبات ٦٣، ٢٥، ٧٨
Porphyritic aphanitic text	نسیج دقیق الحبیبات بورفیری ۲۶، ۲۰
Vitreous texture	نسيج زجاجي ٦٣، ٦٤، ٦٥
Vitrophyric texture	نسیج زجاجي بورفیری (فتروفیری) ٦٥
Pyroclastic	نسيج فتاتي ٦٥
Phelsophyric texture	نسیج فلسوفیری ۲۰، ۱۳
Amygdaloidal texture	نسيج لوزي ٧١
Holocrystalline	نسيج كامل التبلور ٦٢
Spotted texture	نسيج مبقع ٨٩
Natron	نطرون ۲۲
Nepheline	نفلین ۰ ه
Survival products	نواتج أولية ثابتة ٧٤
Alteration products	نواتج تحلل ثانوية ٧٤
Dissolved products	نواتج مذابة ٧٤
Rock type	نوع الصخر ٩٠
Gneiss	نیس ۹۰، ۹۱، ۹۲، ۹۴
	&
Halite	هالیت ۱۸، ۲۲، ۲۲، ۳۰، ۳۸، ۶۰، ۶۶، ۶۶، ۵۰
Hypersthene	هایبرئین ۳۶، ۶۱، ۷۱
Stalactites	هوابط ۸۳
Hornblende	هورنبلند ۱۸، ۲۲، ۳۶، ۲۷، ۳۸،
	13, 10, PT, 1V, VV, PV, YP
Hornfels	هورنفلس ۹۰، ۹۲، ۹۶
Hematite	هیاتیت ۱۲، ۱۰، ۲۶، ۲۸، ۴۵
	4
Sand paper	ورق الصنفرة ٢٣
Wolframite	ولفرامایت ۵۳
Wulfenite	ولفينيت ٤٥
Witherite	ویذیرایت ۲۰
Uranium	يورانيوم ۲۵، ۵۵
Uraninite	يورانينيت ٢٥، ٥٥

Banding 91 Barite 24, 29, 39, 48, 52

Δ		(إنجليزي ـ عربي)
Accessories 68	معادن إضافية	(<u></u>
Acidic rocks 69	صخور حمضية	
Adamantine luster 34, 37, 41	بريق ماسى	
Agate 9	عقيق	
Albite 36, 41, 51, 69	الألبايت	
Alkaline taste 22	مذاق قلوي	
Allochromatic 8	اللوكروماتيك (متعددة الألوان)	
Alteration products 74	نواتج التحلل الثانوية	
Aluminum 1, 52	الألومنيوم	
Amblygonite 52	امبلوجونيت	
Amethyst 7	أماثيست	
Amphiboles 34, 66, 67, 96	الأمفيبول	
Amygdaloidal texture 71	النسيج اللوزي	
Anatase 74	أناتيز	
Andalusite 33, 40, 49	الأندالوسايت	
Andesite 66, 67, 71,72	الأنديزايت	•
Anglesite 54	انجلسيت	
Angular 76	زاوية	
Anhydrite 29, 41, 47, 52, 81	الانهيدرايت	
Anorthite 36, 51	الأنورثايت	
Anthracite 59, 85, 86	الأنثراسيت	
Antimony 39, 52	الأنتيمون	
Apatite 16, 25, 29, 31, 40, 48, 52	الأباتيت	
Aphanitic texture 63, 65, 70	نسيج دقيق الحبيبات	
Aragonite 5, 30, 32, 40, 47, 52	أراجونايت	
Argentite 55	أرجنتيت	
Argillaceous odour 22, 80	الرائحة الطينية	
Arkose 77, 80	أركوز	
Arsenic 28, 38, 52	الزرنيخ	
Arsenopyrite 22, 24, 30, 39, 49, 53	الأرزينوبايرايت	
Atomic radiation 25	الاشعاع الذري	
Augite 41, 51, 71	أوجايت	
Average specific gr. 24	ثقل نوعي متوسط	
Azurite 11, 31, 40, 47, 53	أزورايت	
A		
	b- 1 - 1	
Balanced pressure 88	ضغط منتظم	

مصفوفة

البارايت

Barium 52	لباريوم
Bar magnet 24	المغناطيسي اليدوي
Basalt 66, 71, 72, 94	البازلت
Basic rocks 66	صخور قاعدية
Bauxite 52	بوكسيت
B - axis 17	المحور العمودي على طول البلورة
Beryl 34, 37, 41	البريل
Biotite 21, 34, 37, 38, 41, 51, 66, 69, 91	البيوتايت
Bismuth 28, 39, 52	البزموت
Bitter taste 22	مذاق مر
Bituminous odour 22	الرائحة القطرانية (البيتومينية)
Borasite 54	بوراسايت
Borax 55	بوراكس
Bornite 53	بورنيت
Boulder 76	جلمود
Bournonite 54	بورنونيت
Breccia 91	بريشيا
Brittle mineral 21	معدن هش
Brookite 55	بروكايت
Brucite 54	بروسايت بروسايت

Calcareous sedimentary rocks 81 صخور كلسية رسوبية Calaverite 53 كلافيرايت Calcite 15, 18, 24, 26, 30, 38, 40, 47 كالسيت Calcium 1, 52 الكالسيوم Carbonate minerals group 30, 40, 47 مجموعة معادن الكربونات Cassiterite 39, 46, 55 الكاستيرات Cat's eye 11 عين الهر C - axix 17 المحور الموازي لطول البلورة Celestite 55 سلستيت مادة لاحمة Cementing material 73, 78, 80 Cerargyrite 55 سراجرايت Cerussite 54 سيروسايت Chalcedony 15 الكالسيدوني Chalcocite 30, 39, 48, 53 الكالكوسايت الكالكوبايرايت Chalcopyrite 11, 30, 39, 49, 57 Chalk 84, 86 الطباشير Change of colours 10 ظاهرة تغير الألوان Chatoyancy 11 خاصية عين الهر

Chemical composition 23, 39, 52, 60, 62, 66, 81, 83, 8	التركيب الكيميائي 6
Chemical minerals 74	معادن كيميائية
Chemical recombination 89	إعادة الاتحاد الكيميائي
Chemically formed rocks 76, 77, 81, 83	صخور كيميائية النشأة
Chert 74, 82, 87, 94	شيرت
Chlorite 38, 91, 92, 93	كلورايت
Chromite 28, 39, 46, 53	الكرومايت
Chrysocolla 53	كريسوكولا
Cinnabar 24, 37, 49, 54	السينبار
Clastic rocks 87	الصخور الرسوبية الفتاتية
Clay 76, 78	طين
Clay stone 76, 78	حجر طيني
Cleavage 17, 18, 45, 52	الانفصام (التشقق)
Cleavage planes 17, 18	مستويات الانفصام
Coarse grained 63, 76	كبيرة الحبيبات
Cobalt 53	الكوبالت
Cobaltite 53	كوبالتيت
Cobble 76	زلط
Cohesive properties 6, 16	الخصائص التهاسكية
Colloidal solutions 81	المحاليل الغروية
Colour 6, 45, 62, 68	لون
Colourless 7	عديم اللون
Concoidal fracture 20	المكسر المحارى
Concretions 81, 82	درنات
Conglomerate 76, 79, 87	الكونجلوميرات
Contact (thermal) metamorphism 90	التحول بالتلامس (الحراري)
Cooling taste 22	مذاق مرطب
Copper 7, 14, 20, 24, 27, 39, 45, 53	نحاس
Coquina 84, 86	كوكينا
Coral limestone 84, 86	الحجر الجيري المرجاني
Corundum 16, 24, 29, 38, 45, 52	الكورندم
Covellite 53	كوفيللات
Cristobalite 23	الكريستوباليت
Cryolite 52	كريولايت
Cryptocrystalline 9, 65	تبلور مستتر
Crystalline lime stone 83	حجر الجير المتبلور
Cubic 23	مكعبي
Cuprite 53	كوبرايت
Cyclosilicates 34, 37, 41	سيليكات رباعي الأوجه الحلقية

	n
Dacite 66, 73, 94	داسایت
Dana's classification 26	تقسيم دانا
Descriptive classification 75	التصنيف الوصفي
Detrital chert 74	شيرت فتاتي
Detrital minerals 71	المعادن الفتاتية
Detrital rocks 75, 87	الصخور الفتايتة
Diamond 6, 9, 16, 39	الماسى
Diaphaneity 15	الشفافية
Differential melting 89	الانصهار الجزئي
Diopside 41, 51, 71	دايويسايد
Dioptase 53	دايويتاس
Diorite 67, 68, 70, 72, 94	الديورايت
Directed pressure 88	ضغط موجه
Dissolved products 74	النواتج المذابة
Dolomite 30, 38, 40, 47, 54, 74, 83	 دولومایت
Double chain 34, 37	سلسلة مزدوجة
Ductility 21	حاصية السحب (المسحوبية)
Dunite 66, 70, 72, 94	الدونايت
Dykes 62	قواطع
Dynamic metamorphism 91	التحول الديناميكي
Dynamic pressure 88	الضغط الديناميكي

البريق الترابي (القاتم) Earthy (dull) luster 15 Elastic 21 مرن ر الصفات الكهربية Electric properties 25 الفصنل الكهروستاتيكي Electrical separation process 25 Electricity 6 كهربية Enargite 53 انرجيت Enstatite 34, 40, 71 انستاتايت البيئة Enviroment 91 Epidote 34, 37, 41, 74 إبيدوت ملح الأبسوم Epson salt 22 Erythrite 53 ارثرايت Essential minerals 26, 67, 71 معادن أساسية المتبخرات Evaporite 87 Even fracture 20 المكسر المستوى Exotic 7 دخيل صخور متخرجة Extrusive rocks 62

Fault breccia 91 بريشيا الصدوع Feldspar group 18, 28, 36, 38, 91, 92 مجموعة الفلسبارات Feldspathoid group 36 عموعة أشياه الفلساد Felsic minerals 69 معادن فلسبة Felsic (Acidic) rocks 67, 69 الصخور الحمضية (الفلسية) Fetid odour 22 الرائحة العفنة (الزنخة) Fine grained 64, 78 دقيق التحبب Flexibility 21 التثني Flint 20, 81, 82 الصوان (فلنت) Flourescence 11 تفلور Flourite 11, 15, 16, 18, 30, 46, 52, 68 فلورايت Fluids 88, 91 السوائل Foliation 91 متورقة Foliated metamporphic rocks 91, 92 الصخور المتحولة المتورقة Foraminifera 84 المنخريات Fossiliferous lime stone 83 حجر الجير الأحفوري Fossils 60, 73, 82, 83 أحافير Fracture 6, 20, 45, 53 مكسر Franklinite 53 فرانكلست Franz Isodynamic Separator 25 الفاصل المغناطيسي الكهربائي Fusibility 6. 26 إنصهارية

Galena 8, 15, 24, 39, 48, 54

Garlic dodour 22

Garnet 38, 50

Geiger counters 25

Genetic dassification 75

Gibbaite 52

Glinaier 73

Glimmering 13

Gliasey 73

Glessy 63

Gneiss 91, 92, 94

Goedhie 12, 29, 53

Gabbro 66, 71, 72, 94

Gold 7, 14, 21, 24, 26, 28, 39, 45, 53 Graphite 6, 12, 21, 24, 26, 39, 45, 52 Granierite 54 Graniec 66, 68, 70, 73, 94 جائيا جازت جازت عدادات جيجر التصنيف مل اساس النشأة رواسب الثالج (المجامد) رواسب الثالج (المجامد) برى لامع برى لامع جرائيت جرائيت جرائيت جرائيت جرائيت جرائيت جرائيت

جرانيت

جابرو

Granodiorite 66, 70, 72, 94	جرانوديورايت
Granule 76	حبيبة
Gravel 76	حصى
Graywacke 77, 80	جرايواك
Greasy touch 23	صابوني الملمس
Grit 76, 78	حجر الطاحون
Groundmass 63	أرضية الصخر
Guano 84, 86	جوانو
Gypsum 15, 16, 21, 24, 29, 38, 40, 48, 52, 74, 81, 82	جبس
Ð	
Hackly fracture 20	المكسم المسنن (المشرشر)
Halide minerals group 30, 40, 46	مجموعة معادن الهاليدات
Halite 18, 22, 26, 30, 38, 40, 46, 55	هاليت
Hardness 6, 16, 17, 45, 51	صلادة
Hardness anisotropy 17	خاصية عدم تجاهى الصلادة
Harsh touch 23	خشن الملمس
Heavy mineral 24	معدن ثقيل
Hematite 12, 15, 24, 28, 45	هيانيت
High grade metamorphism 91	درجة تحول عالية
Holocrystalline 62	نسيج كامل التبلور
Hornblende 18, 26, 34, 37, 38, 41, 51, 69, 71, 77, 79, 92	هورنبلند
Hornfels 90, 92, 94	م ورنفلس
Hypabyssal 59, 62	صخور تحت سطحية
Hypersthene 34, 41, 71	هايبرثين
0	
Idiochromatic 8	ثابتة اللون
Igneous rocks 59, 62, 72, 88	صخور نارية
Illite 22	إليت ا
Ilmenite 29, 53	إلمينايت
Imperfect cleavage 17	الانفصام غير الجيد
Inclusions 7	مكتنفات
Inherent colour 7	لون ثابت
Inosilicates 34, 37, 41 (اینوسیلیکات)	سيليكات رباعي الأوجه المسا
Intermediate grade metamorphism 91	درجة تحول متوسطة
Intermediate mesocratic 68	صخور متوسطة اللون
Intrusions non-stratified 60	متداخلات لاطبقية
Intrusive rocks 62	صخور متداخلة
Iron 88, 90	حديد
Iron oxides 12, 28, 73, 74, 77, 79, 80, 82	أكاسيد الحديد

Manganese 54 Marble 90, 91, 92, 93

Marcasite 53

الرخام

ماركاسايت

	0
Jamesonite 54	جمسونايت
Jasper 7	جسېر
	•
	W
Kaoline 21	كاؤلين
Kaolinite 21, 22, 26	كاؤلينايت
Kyanite 17, 33, 40, 49	كيانات
	•
	•
Labradorite 10, 71	لابرادورايت
Lamina 73	رقيقة أو صفيحة
Lava 62	الحمم (اللابة)
Lead 28, 30, 39, 54	رصاص
Leucite 36	ليوسايت
Light mineral 24	معدن خفيف
Lignite 85, 86	لجنيت
Lime stone 81, 82, 83	حجر الجير
Limonite 39, 45, 53	ليمونايت
Lithosphere 59	الغلاف اليابس
Low grade metamorphism 91	درجة تحول منخفضة
Luminescence 10	ظاهرة التضوء
Luster 6, 13, 45, 53	بريق
	•
	W
Mafic (basic) rocks 71	الصخور القاعدية (المافية)
Mafic melanocratic rocks 68	صخور قاتمة اللون
Mafic minerals 68	معادن قاتمة
Magma 59, 62	القطر (المجما)
Magnetic properties 24	الصفات المغناطيسية
Magnetism 6	مغناطيسية
Magnesite 30, 40, 47, 54	ماجنيزايت
Magnesium 54	مغنيسيوم
Magnetite 8, 12, 24, 28, 39, 45, 53, 69	ماجنيتايت
Malachite 7, 12, 30, 40, 47, 53	ملاكيت
Malleability 21	المطروقية
Manganite 54	منجانيت

Marl 78	صخر المارل (الغضار)
Masses 62	كتل
Massive rocks 62	صخور كتلية
Materials of the earth crust 1	مكونات القشرة الأرضية
Mechanical deformation 89	التشويه الميكانيكى
Mechanically formed (clastic) rochs 76, 77, 78, 80	صخور ميكانيكية النشأة (فتاتية)
Melting 89, 91	الانصهار
Mercury 28, 39, 54	زئبق
Metaconglomerate 92	ميتاكونجلوميرات
Metallic luster 13, 14	بريق فلزي
Metallic minerals 6, 13, 23, 24	معادن فلزية
Metamorphic rocks 60, 88, 90, 91, 92	الصخور المتحولة
Metamorphism 89	عمليات التحول
Microcline 36, 50, 69	ميكروكلين
Millerite 54	ملليرايت
Mineral composition 60, 62, 67, 73, 90, 92	التركيب المعدني
Mineral grains 5, 15	الحبيبات المعدنية
Minerals 89	معادن
Mobilization of inos 62	تحرك الايونات
Mode of occurrence 16	كيفية الوجود
Mohs scale of hardness 16	مقياس موهس للصلادة
Molybdenite 30, 39, 49, 54	مولبيدنايت
Moonstone 11	حجر القمر
Mudstone 78, 79, 80	حجر الوحل
Muscovite 18, 21, 28, 41, 51, 91	مسكوفايت

مجموعة المعادن العنصرية	•
النحاس الحر (العنصري)	
النطرون	
نفلين	
سيلكات رباعي الأوجه المنفرد	
نيكل	
نيكولايت	

اللاح النير الملاح النير Nodules 81 معقد الاon-layered 92 غير متطبق

Native elements group 26, 39 Native copper 20, 21

Natron 22

Nepheline 50

Nickolite 54

Nesosilicates 33, 37, 40 Nickel 54

بريق لا فلزي با الماري الا الماري الا الماري الا الماري الا الماري الا الماري الا الماري الم

كثاف الصطلحات كثاف

(
Obsidian 64, 69	أوبسيديان
Octahedrite 55	أوكتاهيدرايت
Odour 6 .	الرائحة
Olivine 17, 18, 23, 33, 37, 40, 49, 66, 71, 72, 92	أوليفين
Oolitic lime stone 81, 83	حجر جيري بطروخي (سرنيا)
Opal 11, 28, 46, 54	أوبال
Opalescence I1	ظاهرة اللألأة
Opaque minerals 15, 17	معادن معتمة
Optical properties 6, 24, 36, 37, 41, 50	الخصائص البصرية
Organically formed rocks 84, 86	صخور عضوية النشأة
Orthoclase 16	أورثوكليز
Orthorhombic 23	معيني قاتم
Oxide minerals group 28, 39, 45, 46	مجموعة معادن الأكاسيد
Ð	
Parting 6, 19	الانفصال
Pearly luster 15	البريق اللؤلؤى
Peat 85	بيت
Pebble 76	حصى
Perfect cleavage 17	الانفصام الجيد
Peridotite 67, 72, 94	بريدوتايت
Phaneric texture 63	نسيج خشن الحبيبات
mt 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	

Phelsophyric texture 65, 66 نسيج فلسوفيري Phynocryst 63 البلورات الظاهرة (فينوكريست) Phosphate minerals group 29, 40, 48 مجموعة معادن الفوسفات Phosphate rocks 84, 86 صخور الفوسفات Phosphorescence 11 تفسفر Phyllite 90, 92 فيللايت Phyllosilicates 34, 37, 41 ميلكات رباعي الأوجه الصفائحية (فيللوسيلكات) Piezoelectricity 25 بيزو إلكترسيتي Pigments 7 مكتنفات Pitchblende 15, 25, 55 بتشبلند Pitchy luster 15 البريق القاري (الزفتي) Plagioclase37, 66, 67, 72, 79 بلاجيوكليز Platinum 54 بلاتين Play of colours 9 ظاهرة تلاعب الألوان Plutonic rocks 59, 62 الصخور العميقة (البلوتونية) Porphyritic aphanitic texture 64, 65 نسيج دقيق الحبيبات بورفيرى Porphyritic phaneric texture 63 نسيج خشن الحبيبات بورفيري

كوارتز

كوارتزيت

Porphyritic texture 63	النسيج البورفيري
Potassium 1, 25, 55	بوتاسيوم
Potassium feldspar 36, 69, 72, 79	بوتاسيوم فلسبار
Pressure 88	الضغط
Primary (minerals) 26	معادن أولية
Proustite 55	بروستايت
Psilomelane 5	بسيلوملين
Pumice 66, 69	حجر الخفاف
Pyrargyrite 55	بيرارجيرايت
Pyrite 22, 24, 30, 39, 49, 53	بايرايت
Pyroclastic or fragmentaly texture 65	نسيج فتاتي
Pyroelectricity 25	
Pyrolusite 39, 54	بيرولوسيت
Pyroxene34, 37, 38, 66, 71, 92	بيروكسين
Pyrrhotite 24	بيرهوتيت



Quartz 7, 15, 16, 18; 20, 23-26, 28, 36, 38, 40, 66-69, 71, 74, 77, 91, 92

Quartzite 90, 91, 92, 94

B	
Radioactivity 6	شعاعية
Radiolaria 84, 86	رديولاريا
Radiolarian deposits 84, 86	رواسب رديولارية
Realgar 52	ريلجار
Re-crystallization 89	اعادة التبلور
Regional metamorphism 90	التحول الاقليمي
Resinous luster 15	البريق الصمغي
Rhyolite 66, 67, 69, 71, 73, 94	رايولايت
Rock cycle 61	الدورة الصخرية
Rock salt 81	ملح صخري
Rock type 9, 92, 94	نوع الصخر
Rounded 76	ستديرة
Kuby 8	كورندم أحمر (ياقوت أحمر)
Rutile 14, 39, 46, 55	روتايل



Salic - leucocratic rocks 68 محور فاقة اللون Saline sedimentary rocks 81 مداق Saline taste 22 كشاف المصطلحات كشاف

Sand 76	رمل
Sand paper 23	ورق الصنفرة
Sandstone 76, 77, 79, 80, 87, 94	حجر الرمل
Sapphire 8	كورندم أزرق (ياقوت أزرق)
Schist 90, 91, 92	الشيست
Scintillometer 25	عداد الوميض
Scoria 65	اسكوريا
Secondary minerals 26, 71	معادن ثانوية
Secondary rocks 59, 73	الصخور الثانوية
Sectile 21	لين
Sedimentary rocks 28, 30, 59, 61, 73, 74, 76, 87,	الصخور الرسوبية (الثانوية) 88
Sense properties 6, 22	الخصائص الحسية
Serpentine 23, 38, 41, 51	سر بنتين
Shale 78, 80, 87	طفل
Shining luster 15	بريق ساطع
Siderite 40, 47, 53	سيديرايت
Silicate minerals group 31, 40, 49, 53	مجموعة معادن السيليكات
Silicon 1, 54	سيليكون
Siliceous sedimentary rocks 81	صخور رسوبية سيليسية
Silky luster 15	البريق الحريري
Sillimanite 40, 49, 91, 93	سليهانايت
Sills 62	سدود
Silt 76	غرين
Silt - stone 76, 80, 87	حجرغريني
Silver 21, 24, 26, 27, 39, 55	فضة
Single chain 34, 37	سلسلة منفردة
Slate 90 - 94	اردواز
Smithonite 32, 40, 47, 55	سمثونایت
Smooth touch 22	ناعم الملمس
Soda 22	م. صودا كاوية
Sodalite 34, 41, 50	صوداليت
Sodium 1, 55	صوديوم
Solubility 6, 26	ذويان
Sorosilicates 34, 41, 50	سيليكات رباعي الأوجه المزدوجة
Sour taste 22	مذاق مزز
Specific gravity 6, 23, 24, 45, 51	مندان مور ثقل نوعی
Spinel 28, 52	7
Sphalerite 18, 30, 39, 48, 55	سبينل سفالبرايت
Splendent 13	مقالیرایت بریق باهر
potted texture 89	
F	النسيج المبقع

جبس ليفي

تيتانيوم

توباز الملمس

تورمالين

معادن نصف شفافة

	Q. O
Stalactites 83	الهوايط
Stalagmites 81, 83	الصواعد
Static pressure 88	الضغط الاستاتيكي
Staurolite 41, 50	شتوروليت
Stibnite 52	ستبنايت
Strata 60, 82	طبقات
Stratified rocks 73	الصخور الطبقية
Streak 6, 12, 45, 53	مخدش
Streak plate 12	لوح المخدش
Strontianite 55	مترونشيانيت
Strontium 55	استرونشيم
Sub-metallic 14	تحت الفلزي
Sub-vitreous 15	تحت الزجاجي
Sulfide minerals group 30, 48	مجموعة معادن الكبريتيدات
Sulphate minerals group 29, 39, 47	مجموعة معادن الكبريتات
Sulphur 8, 21, 22, 28, 39, 45, 55	كبريت
Sulphurous odour 22	الرائحة الكبريتية
Survival products 74	النواتج الأولية الثابتة
Sylvanite 53	سيلفانايت
Sylvite 55	مىلفيت
	A
	تلك
Talc 16, 21, 41, 51	
Tarnish 11	تصدؤ الطعم (المذاق)
Taste 6, 22	القعم (المداق) سيلكات رباعي الأوجه الشبكية (تكتوسيلكات)
Tectosilicates 35, 41	سيلخات رباعي الاوجه الشبخية (نختوسيلخات) الحرارة
Temperature 88	الحراره التماسكية
Tenacity 6, 21	
Tetrahedrite 53	تتراهیدرایت
Tetrahedron 33	رباعي الأوجه اا.
Texture 60, 62, 63	النسيج الثورايت
Thorite 25	
Tiger's eye 11	عين النمر
Tin 55	قصدير

Stain spar 15

Titanium 55 Topaz 15, 16, 24, 41, 50

Touch 22

Tourmaline 25, 41, 51, 77
Translucent minerals 15

Transparent minerals 11, 15	معادن شفافة
Travertine (calc-sinter) 83	ترافرتين (سنتركلسي)
Tremolite 34	تريمولايت
Tridymite 23, 36	تريديهايت
Triagonal 23	الثلاثي
Turquoise 52	ترکواز (فیروز)
Types of metamorphism 90	أنواع التحول
Φ.	

ا التعلق العلمية التعلق التعل

ا فانادینت کا الادینت کا ادینت کا الادینت کار کا الادینت کا الادینت کا الادینت کا الادینت کا الادینت کا الادی

Weathering agents 73 موامل التعربة 2 Witherite 52 ويافيزات والمرابات 33 Wolframite 53 والمرابات 53

X-ray 11 قشعة سينية

